مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية - السنة (٣) العدد (١١) يناير ٢٠١٥م

العلوم والتقنية للفتيان

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST



التجربة النهائيّة
تشكيل المادّة
صفحة ٧٢

الاحتباس الحراري
الفائزون والخاسرون
صفحة ٥٢

التحدث مع الدلافين
صفحة ٢

ISSN 1658 6239

المقالات المنشورة في هذا العدد مترجمة عن المجلة الفرنسية العلم والحياة « Science & Vie »

كلمة العدد

لقد اخترنا لكم في هذا العدد مواضيع متنوّعة تنوعًا يجد فيه كل قارئ جانبًا مما يهوى من الثقافة العلمية. والمجلة ثرية دائمًا بما له صلة بالتقنيات والمعلوماتية والإلكترونيات. ومن تلك المواضيع حديث حول القرصنة. وسيستغرب القارئ عندما يعلم أن كل ما يحيط بنا (مثل الثلاجة والسيارة والكاميرا والهاتف وجهاز التلفاز وبطاقة التأمين وستائر نوافذ...) يسهم في القرصنة المعلوماتية والاختراق، ولا تنفع في ذلك البرمجيات المضادة للفيروسات. أما الآباء فمن حقهم التجسس على حواسيب صغار الأبناء. لكن كيف؟ سيجد هؤلاء الإجابة ضمن هذا العدد، وفي نفس السياق يوضح لنا مقال آخر كيف نتخلص من الصور إباحية عند تصفح المواقع على الشبكة.

وليس سرًا أن للطاقة دورًا بارزًا تزداد أهميته يوما بعد يوم، وأن بعض مصادرها ليس آمنًا. وأبلغ مثال على ذلك يتمثّل في الطاقة النووية التي تعمّ مخاطرها بقاع العالم. وفي هذا السياق اخترنا الحديث باستفاضة عن كيفية التعامل مع هذا الوضع. ومن جهة أخرى، ثمة من ينوي استخراج الطاقة من فضلات الأبقار، ولهذا الغرض، صُمّم مشروع مزارع آلف الأبقار فرغبنا في التعريف بهذا المشروع. وسيتم التطرق أيضا إلى تجربة جديدة تبيّن كيف تتحول الطاقة إلى مادة، وهو أمر استعصى لحد الساعة على الفيزيائيين.

وخصصنا في هذا العدد مقالاً مطولاً يتجوّل بنا بين الكون وتخومه وبين الذرة والمادة الفيزيائية. وحول الطيران تناولنا موضوع كارثة تحطم الطائرة المدنية في سماء أوكرانيا في يوليو الماضي، وأوضحنا كيف يتم تحديد مسارات الطائرات وظروف طيرانها وكيف يمكن تحديد المعتدي عليها.

ومن اهتمامات عالم البيئة مشكل الاحترار المناخي الذي يؤرق الخبراء إذ يؤكد الباحثون بأن السنين القادمة ستشهد ارتفاعًا كبيرًا في درجة الحرارة، وأن المناطق الجليدية ستذوب فيها الثلوج، وأن مستويات المياه في البحار والمحيطات سترتفع! سنطلع على تفاصيل هذه الظواهر ضمن العدد الذي بين أيدينا. كما نتساءل في أحد المواضيع عن دقة التوقعات بإذن اللّه عن العواصف والأعاصير. وهناك مقال يتحدث عن الأكياس البلاستيكية الملوّثة ونهاية استعمالها قريبًا.

أما الطب والصحة والأحياء والطفل فقد خصصنا لها عدة مواضيع، منها ما يتناول وضع البدانة المتفشية لدى الأطفال في المشرق العربي، ومنها ما يهتم بالخلايا العصبية الاصطناعية، وثمة جدل حول تقييم التلاميذ في المدارس وجدواه عندما يتم من خلال العلامات العددية. ولمن يهتم بالدولفين وبالمياه سيستمتع بعمل باحثة تختبر الآن جهازا مهمته ترجمة صفير الدلافين. ويوضح مقال آخر أن على بعد ٦٠٠ كلم تحت أقدامنا يرقد في باطن الأرض محيط من الماء. ولعل القارئ لا يدري أن الرمال هي المصدر الطبيعي الثاني بعد الماء الأكثر استعمالاً. لقد تضاعف استغلاله ٣ مرات خلال ٢٠ سنة، وهو ما بدأ يطرح مشاكل عديدة حسب بعض الخبراء.

لا شك أن البطالة من المشاكل المزمنة في العالم. وعليه من المفيد الاطلاع على موضوع يقدم هنا سبعة وظائف جديدة سترى النور خلال العقود القادمة. ومن المواضيع المثيرة التي يقدمها هذا العدد ذلك البرج الذي تقيمه المملكة في جدة، وهو بطول ألف متر. وفي باب الصور المدهشة والممتعة، خصصت المجلة عدة صفحات. كما سيكتشف القارئ إجابات الخبراء عن أسئلة علمية وجيهة. وهذا إضافة إلى كمّ كبير من الأخبار العلمية المتنوّعة. ذلك ما يزخر به العدد الحادي عشر من المجلة. رجاؤنا أن تعمّ الفائدة وأن نكون دائمًا في خدمة الثقافة العلمية.

رئيس التحرير

اقرأ في هذا العدد


١٢


٨٠


١٠٤


١١٦

التحدث مع الدلافين[1]

تختبر باحثة أمريكية حاليًا جهازًا يترجم لغة صفير الدلافين. ربما كانت تلك بداية لحوار مشوق...

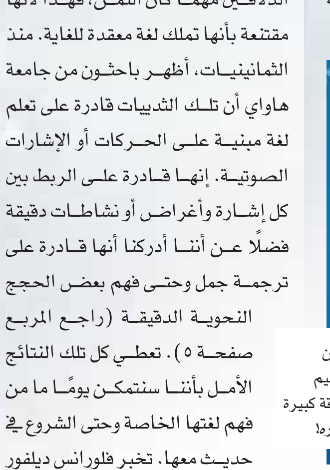
بقلم: كارين بيريير[2]

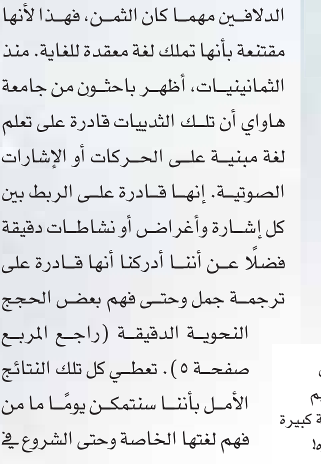
"صباح الخير سيد فليبر. هل كان الصيد موفقًا اليوم؟ - لا بأس، وبالنسبة إليك؟" حسنًا، ليس بتبادل كلامي مشوقًا. لكن تخيلوا كم سيكون حماسيًا أن نخاطب الدلافين! يفاخر علماء الحيوان منذ الأزل بذكائها. فضلًا عن أن تلك الحيوانات الثديية البحرية، التي تبحث دائمًا عن رفقة البشر باللحاق بأثر مراكبنا، أو تسمح بأن نداعبها بكل طيبة خاطر، لديها من دون شك أخبار كثيرة تطلعنا عليها! هذا ما تراه في الواقع دينيز هيرزينغ Denise Herzing إحدى أهم الاختصاصيين في تلك الحيوانات، وتمضي جزءًا كبيرًا من حياتها تحت الماء معها. > **العالمة الإثولوجيا** > الأمريكية تختبر حاليًا نموذجًا من مترجم فوري من الدلفين إلى الإنسان ومن الإنسان إلى الدلفين، صممته بنفسها. وفي أغسطس ٢٠١٣، وللمرة الأولى، ترجمت آلتها بالإنجليزية صفيرًا أصدره أحد تلك الحيوانات.



YANN OULIA

> "الأخطبوط" هو ميكروفون مصغر عالي التقنية يسجل تنغيم الدلافين تحت الماء، ويحدد بدقة كبيرة خاصة مكان الفرد الذي يصدره!





ما هو الكلام الذي يدور بين ملكات الأحاديث تلك؟

إن حاولت دينيز هيرزينغ أن تفهم الدلافين مهما كان الثمن، فهذا لأنها مقتنعة بأنها تملك لغة معقدة للغاية. منذ الثمانينيات، أظهر باحثون من جامعة هاواي أن تلك الثدييات قادرة على تعلم لغة مبنية على الحركات أو الإشارات الصوتية. إنها قادرة على الربط بين كل إشارة وأغراض أو نشاطات دقيقة فضلًا عن أننا أدركنا أنها قادرة على ترجمة جمل وحتى فهم بعض الحجج النحوية الدقيقة (راجع المربع صفحة ٥). تعطي كل تلك النتائج الأمل بأننا سنتمكن يومًا ما من فهم لغتها الخاصة وحتى الشروع في حديث معها. تخبر فلورانس ديلفور



> إن الدلفين الذي نضع أمامه إشارة مجردة (الصورة في الأعلى) قادر على حفظها حتى عندما تغيب من مجال رؤيته (الصورة في الوسط) والتعرف إليها بين غيرها من الإشارات (الصورة في الأسفل). تلك القدرة ضرورية لتطوير لغة.

DOLPHIN INST. / SCIENCE SOURCE / BIOSPHOTO

Florence Delfour وهي مساعدة دينيز هيرزينغ الفرنسية قائلة: "لا شك في أن الدلافين ملكات الأحاديث. إنها تتحادث من دون توقف، للعب، والصيد، والإغراء، وإدارة النزاعات". من أجل التواصل، تصدر أنواعًا مختلفة من التنغيم (صفير، **>طقطقات<**، وارتماءات...) الخفيض أو الحاد أكثر أو أقل وحتى تمزج بينهما. اليوم، لا نعرف فعلاً مدى ذخيرتها، لكننا نفترض أن تلك الأصوات المتنوعة للغاية لها معنى.

في الواقع، بحسب إن اصطادت، أو لعبت أو تغازلت، فإن الدلافين لا تصدر التنغيمات نفسها. تمكنا من التعرف إلى «صراخ» نموذجي لتصرف محدد. صوت الارتماء مثلاً. هذا الصوت المنخفض للغاية يصدره دائمًا ذكر عندما تحاول أنثى الابتعاد عن المجموعة. كأنه يقول لها: "ابقي هنا، فأنت لي!".

تعطي اسماً لكل منها

ثمة صرخة أخرى مميزة، وهي «الزعيق» التي تطلقها دلافين اسكتلندا عندما تصادف سرب من سمك السلمون. كلما يصدر أحد تلك الدلافين هذا الصوت، كل المجموعة تجتمع وتهرع إلى الوليمة.

وأفضل من ذلك، عرفنا أيضًا أنه في لغة الدلافين، كل فرد له اسم: صفير مؤلف من مجموعة أصوات فريدة من نوعها يصدرها ليعرف عن نفسه أمام رفاقه أو أيضًا ليعلم الآخرين بموقعه عندما يكون منعزلاً (راجع المربع صفحة ٤). قد يحصل أن يقلد دلفين ما توقيع زميل له، لكنه يقوم بذلك أثناء غيابه فحسب، كما لو كان يتكلم عنه أو يناديه. إذًا، إن كانت الدلافين قادرة على تسمية فرد، لماذا لن تكون قادرة على تحديد أغراض أو نشاطات بـ«كلمات»؟

يحلم كل اختصاصيي الحيتان بتفكيك تلك الشيفرة. لكنهم فشلوا في ذلك جميعهم. علينا أن نعترف أن العملية معقدة. أولاً، تنغيمات تلك الحيوانات معقدة للغاية، لكن خاصة، يعود معظمها إلى حقل الموجات فوق الصوتية، أي أننا لا نسمعها. ←

إضاءة

العالمة بالإثولوجيا
تدرس سلوك الحيوانات في بيئتها الطبيعية.

طقطقات الدلفين جزء لا يتجزأ من دون شك من لغته، لكن تلك الأصوات الوجيزة الفوقية التي ترتدّ على العوائق، تفيده أيضاً باستكشاف بيئته على طريقة السونار.

JEFF ROTMAN / GETTY IMAGES

KIM WESTERSTOCK / OCEAN / CORBIS

^ تعيش الدلافين في جماعات معقدة التنظيم. من دون شك امتلكت شكلاً لغويًا لتسهيل العلاقات في ما بينها.

بصوت ارتماء منخفض، يقول ذكر لأنثى «إبقي هنا!»

← ليسمع الباحثون حديثها، يجبرون على تسجيلها بواسطة ميكروفونات ثم تحويلها على شكل إشارة بصرية تدعى «طيف التردد» (راجع المربع في الأسفل). يقارن بعد ذلك التسجيلات المختلفة للعثور على التركيبات الصوتية التي تتكرر، والتي قد تكون كلمات إذًا. هذا عمل متعب. وما زلنا بعيدين كل البعد عن التوصل إلى نتيجة: يبقى أن نفهم ما تعنيه تلك «الكلمات» المفترضة. تقضي الطريقة الوحيدة بمراقبة ماذا يفعل الدلفين عندما يستعملها. إلا أن تلك الحيوانات تتحرك باستمرار: تغطس في الأعماق، وتعود وتظهر على سطح الماء، وتغير موقعها وهي تسبح بسرعة فائقة. في المستقبل، ربما نجح جهاز الترجمة الذي صممته دينيز هيرزينغ، والمسمى «تشات» CHAT، بتسهيل عمل الباحثين. يثبت هذا الحاسوب المصغر والخفيف والقابل للغوص على بذلة الغوص. إنه مجهز بميكروفونين يسجلان أحاديث الدلافين وببرنامج تحليل الإشارات الصوتية الذي صممه ثاد ستارنر Thad Starner مخترع نظارات جوجل أو جوجل غلاس.

يعمل هذا البرنامج المبتكر كليًا على مبدأ برامج التعرف إلى الصوت: يحلل بأقصى سرعة تنغيمات الدلافين ليجد فيها نمطًا أو أنماطًا صوتية (تركيبات صوتية محددة) معروفة مسبقًا. عندما يميز صوتًا، يرسل حالاً إشارة إلى الباحث الذي سيرى عند ذلك ماذا يفعل الحيوان الذي لفظ «الكلمة». لكن يمكن للتبادل أن يكون معكوسًا لأن الحاسوب موصول بمكبرات للصوت. عند الضغط على لوحة المفاتيح، يمكن أن يقرر الباحث إعادة بث صوت «دلفين» سُجّل مسبقًا. واختبار ردة فعل الحيوان.

في الوقت الحالي، لا تزال الآلة نموذجًا بدائيًا. اختبرتها دينيز هيرزينغ للمرة الأولى في الصيف الماضي. ولم تستعملها لفك تنغيمات الدلافين، لكن لرؤية إن كانت تلك الحيوانات البحرية قادرة على تعلم لغة ابتكرها الإنسان. اختارت ثلاثة أغراض اعتادت استعمالها للعب مع الدلافين التي تدرسها منذ تسع وعشرين سنة: وشاح، وحبل، وطحلب أخضر، يدعى السرجس. ثم ربطت كل واحد منها بصفير مبتكر، يشبه الصفير الذي تصدره الحيتان لكنه ليس جزءًا من مجموعتها الصوتية. بعد أن تزود الباحثون بـ«تشات»، لعبوا بضعة أسابيع بتبادل تلك الأغراض تحت الماء. لطلب غرض محدد، يصدرون صفيرًا مناسبًا بالضغط على أحد أزرار الآلة.

الكلمة الأولى، يا لها من تأثر!

كانت الباحثة تأمل أن تحفظ

قل أيها الدلفين، ما اسمك؟



يتم التعرف إلى تلك الأفراد الأربعة من خلال رمز أعطاها إياها البشر (ف.ب٥٣، ف١١١...) ومن خلال «الاسم» الذي تطلقه على نفسها، يعود نسخه هنا بشكل طيف صوتي (رسم بياني يفصل ميزات الأصوات الصادرة، خاصة تواترها). يخترع دلفين اسمه بتقليد اسم أمه وبتغييره شيئًا فشيئًا لإضفاء عليه هويته الخاصة.

CELL PRESS

محترفون في النحو

بفضل تجارب لويس هيرمان Louis Herman، من جامعة هاواي، عرفنا أن دماغ الدلافين قادر على فهم لغة معقدة ونحوها. في الثمانينيات، نجح هذا العالم بالإثولوجيا بتعليم الدلافين أكثر من ٥٠ كلمة من لغة مبنية على حركات. لكنه أثبت أيضًا أن تلك الحيتان قادرة على التعامل مع تلك الكلمات بطريقة معقدة.

التجربة الأولى

عندما يسأل لويس هيرمان الدلفين إن كان من كرة في حوض السباحة أم لا، يرد الحيوان بشكل صحيح على السؤال بالضغط على الرافعة المناسبة (خضراء للجواب الإيجابي، وحمراء للنفي). بالتالي، فإن هذا الحوت قادر على فهم معنى الكلمة، وخاصة تذكر صورة الغرض الذي تمثله، وهذا حتى إن لم تكن الكرة في بيئته. هذا ضروري للغة لأن الكلام يقوم غالبًا على استحضار أعمال، أو أفراد أو أغراض ليست هنا أمامنا!



التجربة الثانية

خلال تجاربه مع الدلافين، حاول لويس هيرمان أيضًا أن يعلمها بعض قواعد بسيطة في النحو. مثلاً، أهمية ترتيب الكلمات في جملة ما. بالتالي، في اللغة التي اخترعها، تراتبية «رجل، لوح ركوب الأمواج إحضار» تعني أنه على الدلفين أن يحضر لوح ركوب الأمواج لمروضه. فيما تراتبية «لوح ركوب الأمواج، رجل، إحضار» تعني أنه على الدلفين توجيه المروض إلى لوح ركوب الأمواج. مع بعض التمرين، فهمت دلافين هيرمان المحمية ذلك المنطق وطبقتها لاحقًا مهما كانت الأغراض الموضوعة في التراتبية («سلة كرة إحضار» أو «طارة سلة إحضار»). جعلتنا تلك التجارب نتصور أن الدلافين تستعمل مثلنا نوعًا من نحو. لكن إن كان ذلك صحيحًا، فهو بالطبع مختلف للغاية عن نحونا...

ILLUSTRATIONS : SANDRINE FELLAY POUR SVJ

الدلافين أنواع الصفير وتعود وتستعملها للمطالبة بغرض معين. خلال ثلاثة أشهر، لم يحصل شيء. ثم فجأة، في نهاية أغسطس، حصلت المعجزة... كشفت الآلة عن إشارة وأرسلت إلى سماعتي رأس دينيز هيرزينغ ترجمتها: «سرجس».

ارتجفت الباحثة من التأثر! بالطبع، تحمس الفريق كثيرًا بهذا النجاح الأول. لكنها بقيت حذرة. عندما حلل الباحثون الإشارة التي التقطتها الآلة، أدركوا أنها مختلفة قليلاً عن الإشارة الأساسية. ربما لأن الدلفين لفظها مع لكنة، تقريبًا مثلنا عندما نحاول تكلم لغة أجنبية. لكن ربما عمل البرنامج عن طريق الخطأ، ومزج بين صوتين متقاربين (مثل «عشرة» و«ستة»). خلال السنة التي مضت، حللت دينيز هيرزينغ التسجيلات مع ثاد ستارنر، وأتقنت البرنامج وأعادت الاختبارات. لكنها لا ترغب في الكشف عن نتائجها بعد. هل خولتها تجارب الصيف الماضي التعرف إلى الإشارات التي نجدها في مجموعة الدلافين الصوتية الطبيعية؟ خلال التجربة، في الواقع، سجل الـ «تشات» مجمل أحاديث الدلافين. إلا أن البرنامج الذي صممه ثاد ستارنر هو أداة مذهلة لتحليلها. إنه برنامج ذكي، أي بما أنه مطلع على لغة الدلافين، أصبح قادرًا على تحديد الأنماط التي تتكرر غالبًا.

على ٧٢ تسجيلاً، تعرف إلى ٧ أنماط مختلفة. أربعة أنماط تستعمل في الأساس خلال تفاعلات بين أم وصغيرها! تشرح دوروثي كريميرز Dorothée Kremers التي تدرس تواصل الدلافين في جامعة رين قائلة: "حتى الآن، كان العائق لفهم الدلافين تقنيًا خاصة. إلا أنه منذ بضع سنوات، اخترع المهندسون كاميرات خفيفة للتصوير تحت الماء، وميكروفونات تحدد بدقة الحيوان الذي يتكلم أو أيضًا برامج تحلل بسرعة كبرى الإشارات الصوتية. إن استعمال تلك التقنيات الجديدة ستسهل علينا العملية بالضرورة". لنصبر إذًا.

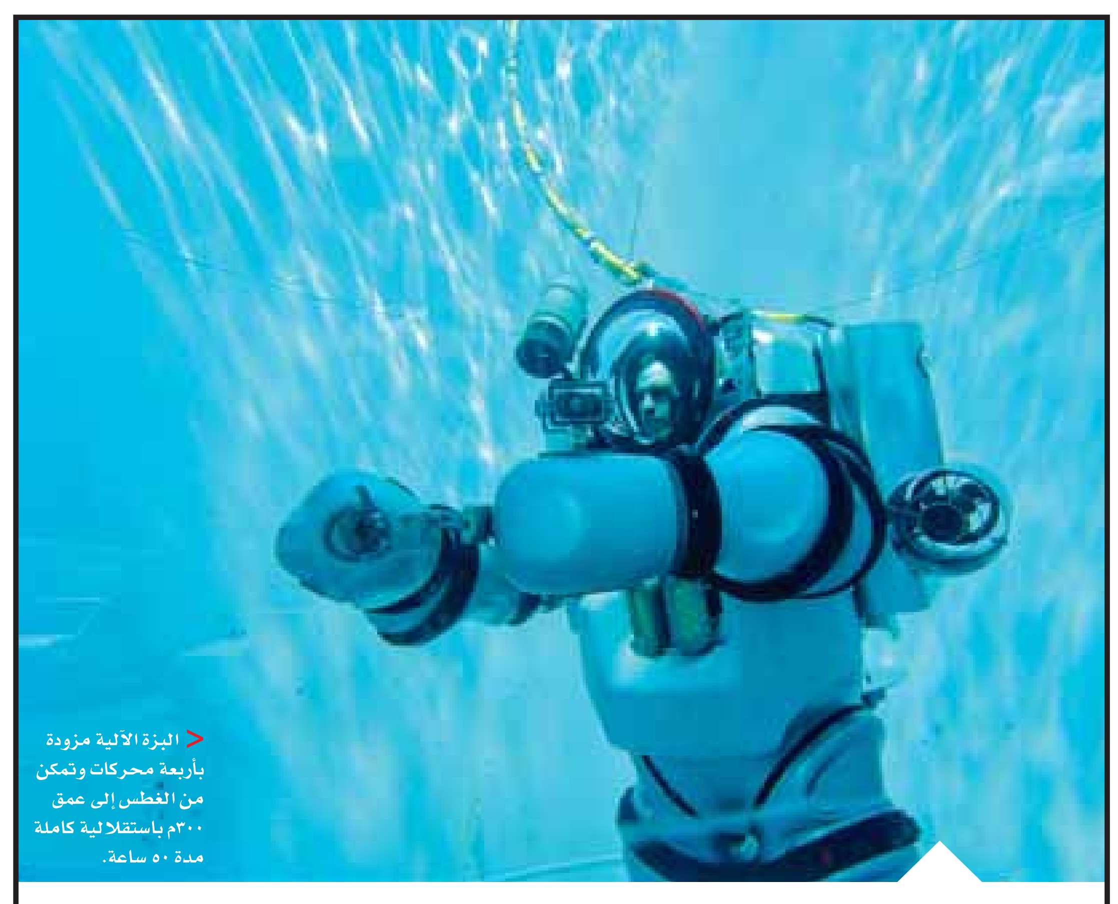
متى يكون الحوار الأول بين الدلفين والإنسان؟

سيتحقق الحلم من دون شك، إنها مسألة وقت فحسب. لذلك إن أردتم أن تسمعوا بأنفسكم الدلافين، إن أردتم أن تخبرنا عما نشعر به عندما نتحرك في الأبعاد الثلاثة لعالم ضخم ومظلم، ارموا بأنفسكم في الماء! نتصور من دون شك أن الأجيال التالية من الباحثين ستنجح في التوصل إلى الحوار الأول بين الإنسان والدلفين...

للاستزادة

استمعوا إلى تغنيات الدلافين بمتابعة عرض دينيز هيرزينغ على www.ted.com (الكلمات المفتاحية: تيد/هيرزينغ/دلفين). الرابط المباشر على svjlesite.fr

(1) PARLER AVEC LES DAUPHINS, Science & Vie Junior 299, P 44-47
(2) Carine Peyrières



البزة الآلية مزودة بأربعة محركات وتمكن من الغطس إلى عمق ٣٠٠م باستقلالية كاملة مدة ٥٠ ساعة.

M.LOMBARDI

«الغواصة» التي نرتديها كما نرتدي ملابس الغوص

بفضل البزّة الآليّة إكزوسوت Exosuit- بزة الغطس التي صمّمتها مؤسّسة نويتكو للأبحاث المحدودة Nuytco Research Ltd (كندا)- أصبح بوسعنا الغطس إلى عمق يتجاوز الـ ٣٠٠ متر من دون أيّ خطر. بين ملابس الغوص والغواصة، تصمد هذه الآلة تحت ضغط يناهز ٣٠ مرّة ضغط السطح! وفي هذا السياق يقول مايكل لومباردي Michael Lombardi، وهو عضو في المشروع وغطاس اختبر هذه البزة متحمسًا: "البزة الآلية تشكل تقدمًا تقنيًا حقيقيًا في مجال الاستكشاف تحت الماء. إنّها مزوّدة بـ ١٨ مفصلًا دوّارًا يحاكي المفاصل، وتتميز بمرونة وخفّة استثنائيّين". بالفعل، يتألّف الهيكل (٢٤٠ كجم/م٢)، من خليط من الألمنيوم، ويؤمّن حريّة في الحركة وسلامة لم نرَ لهما مثيلًا حتى الآن، وتتولّى أربعة محرّكات من ١,٦ حصانًا تشغل بالقدم، التنقّل فيما تؤمّن صمّامات ثنائية كبيرة باعثة للضوء رؤية قصوى. أمّا نظام توفير الأكسجين، فيضمن خمسين ساعة من التزود بالأكسجين. فضلًا عن ذلك، يمكن التحكّم بهذه المغطسة عن بعد كليًّا، في حال المهام التي تفرض ولوج مواقع خطرة، فعلى سبيل المثال: إنّها مزودة بكاميرات وتتحوّل عند ذلك إلى غوّاصة موجّهة لاسلكيًّا. تم اختبار البزّة الآليّة في جولات غطس قصيرة، وستُستعمل ابتداءً من خريف ٢٠١٥ في مياه جزيرة أنتيكيثيرا اليونانيّة، لاستكشاف بقايا حطام سفينة.

F.C.



إليكم خريطة أجهزة الحاسوب الأقوى في العالم[1]

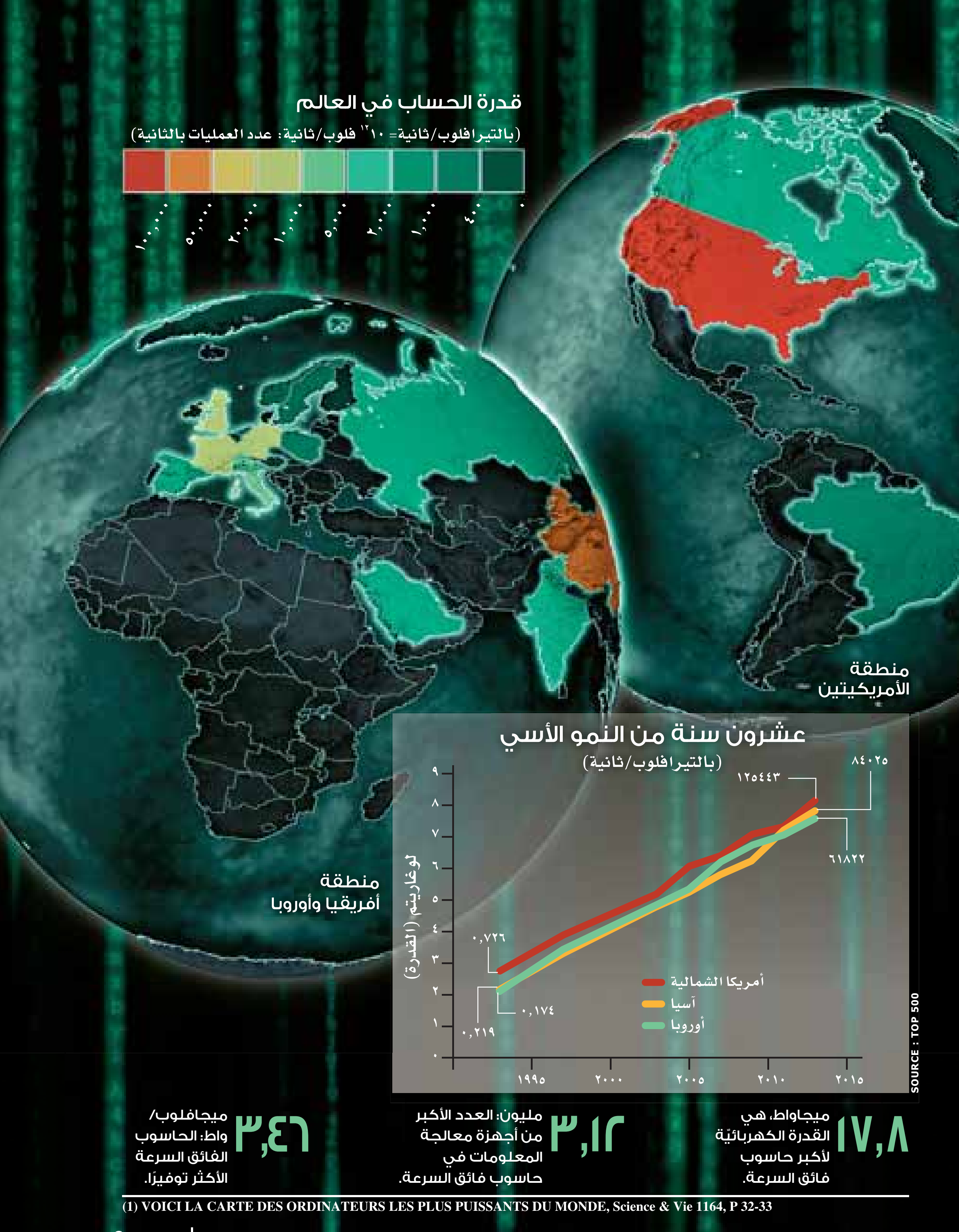
وضع أربعة خبراء عالميّين في الحساب المعلوماتي منذ عشرين عامًا لائحة بأهم ٥٠٠ حاسوب فائق السرعة، أي تلك المزودة بآلاف عدّة من أجهزة معالجة المعلومات، وترسم الطبعة الحادية والعشرون مشهدًا متغيرًا.

يسجّل الحاسوب الفائق السرعة والأقوى في العالم رقمًا قياسيًا جديدًا بلا شك: ٣٣,٨٦ بيتافلوب/ثانية، أي ٣٣,٨٦ مليون مليار عمليّة في الثانية! يؤكّد جاك دونغارا Jack Dongarra، وهو مدير مختبر الحساب المبتكر في جامعة تنيسي الأمريكية قائلًا: "الأجهزة الحاليّة أسرع ١٠ آلاف مرّة مما كانت عليه منذ ١٥ سنة". وفي أفق العام ٢٠٢٠، ربما نبلغ سرعة الإكسافلوب/ثانية ذات الدلالة الرمزية (مليار من مليارات العمليات في الثانية)، وهو الحدّ المجاور لقدرة الدماغ البشري على معالجة المعلومات وفق تخمين علماء الأعصاب.

يستمر الأداء الحاسوبي في تقدّمه لكن وتيرته قد تراجعت، فميزانية الأبحاث تقلّصت ولا تزال الولايات المتحدة الأمريكية هي الدولة ذات التجهيزات الأفضل، بـ ٤٦,٤٪ من الآلات المسجّلة في لائحة أفضل ٥٠٠ حاسوب فائق السرعة، لكنّها في تراجع لصالح الصين بالتحديد، التي تحتل المركز الثاني العالمي بـ ١٥,٢٪.

تفاعلات كيميائيّة، ظواهر جويّة، وتفاعلات بين جسيمات أوليّة... الرهان كبير. يولّد الحاسوب الفائق السرعة عمليّات المحاكاة الرقميّة الضروريّة للأبحاث المتقدمة. **F.C.**

G.CIRADE - M.KONTENTE



١٧,٨ ميجاواط، هي القدرة الكهربائية لأكبر حاسوب فائق السرعة.

٣,١٢ مليون: العدد الأكبر من أجهزة معالجة المعلومات في حاسوب فائق السرعة.

٣,٤٦ ميجافلوب/واط: الحاسوب الفائق السرعة الأكثر توفيرًا.

(1) VOICI LA CARTE DES ORDINATEURS LES PLUS PUISSANTS DU MONDE, Science & Vie 1164, P 32-33

يتجسّس والديّ على حاسوبي، فكيف يقومان بذلك؟ [1]

بقلم: فيليب فونتان [2]

يسهل كثيرًا البحث في حاسوب. يمكننا النفاذ مباشرة إلى ما يتضمّنه من معلومات، وبخاصة إذا لم يكن لنظام التشغيل كلمة سرّ، وينطبق ذلك -من دون شك- على حاسوبكم، وإلّا لما تمكّن والداكم من البحث فيه من دون إذنكم، إلّا إن كانا محترفي القرصنة، وفي هذه الحالة، لن تنفعكم أيّ نصيحة من النصائح التي سنسديها إليكم. إنّ الطريقة الأسهل للتجسّس على حاسوب هي الاطّلاع على ماضي التصفّح.

أو للمزيد من السريّة، يمكنكم محو الروابط التي تقود إلى بعض المواقع باستعمال خيارات المتصفح. فمن المتعذّر استرداد ما مُحي، إلّا في حال تنبّه الوالد والوالدة إلى ذلك فجهّزا الحاسوب ببرنامج رقابة أبويّة، فهذه أداة مجانيّة وبات يؤمّنها كلّ مزودي خدمات الإنترنت. كما أنّ تركيبها سهل، وكذلك الإعداد سهل أيضًا. الجدير بالذكر أنّ هذا البرنامج يتضمّن وظائف عدة. أولًا، يحظر الدخول إلى بعض المواقع: وهذا

بقلم أ.ك.







نعم، وربّما تجهلون ذلك، لكن محرّكات البحث كروم، فايرفوكس أو إنترنت إكسبلورير تحفظ تلقائيًّا عناوين المواقع التي تطّلعون عليها. لدخول الفهرس ومتابعة تحركاتكم في الشبكة العنكبوتية، يكفي في أيّ متصفح كان، الضغط على الزرين Crtl+H. أمر سهل للغاية! اطمئنوا، يمكنكم أن تمحوا تلك اللائحة بسهولة فائقة،

يجنّبكم الاطّلاع عن طريق الخطأ على محتويات ممنوعة على القاصرين أو غير شرعيّة (مواقع إباحيّة، مخدّرات، أسلحة...) كما يتيح لوالديكم أيضًا تحديد مدّة استعمالكم للحاسوب إلى جانب مواعيد استعمالكم إياه.

في النهاية، يحفظ البرنامج كلّ معطيات التصفّح، أي كلّ المواقع التي زرتموها، والوقت الذي امضيتموه في تصفحها، وتردّدكم عليها. باختصار، هو برنامج "وشاية" فعليّة، حتى لو لم يكن مصمّمًا لإيذائكم بالتأكيد، بل لحمايتكم. مصرّون على التكتم على أسراركم؟ استدرك كلّ المتصفحين ذلك الاحتمال، فتجهّزوا بوظيفة صغيرة عمليّة للغاية، هي "التصفّح الخاص". وبمجرّد تشغيلها تصبحون بمنأى عن الأنظار. فلا يُحفظ لا ماضي التصفح ولا الكلمات المطبوعة في شريط العنوان أو محرّك البحث. هو أمر مفيد إن أردتم المحافظة على سريّتكم من وقت لآخر، ولكن لا بدّ من توخّي الحذر، حيث تمنع بعض برمجيّات الرقابة تشغيل التصفّح الخاص. في هذه الحالة، لا يبقى أمامكم من حل إلا الحوار. اشرحوا لوالديكم أنّ قدرتكم على التصفّح دون ترك أيّ أثر لا تعني قدرتكم على النفاذ لكلّ الشبكة العنكبوتية. ذلك أنّ برنامج الرقابة الأبويّة يتابع حمايتكم من المواقع السيّئة، حتى عند تشغيلكم لخيار التصفّح الخاص. ▪

الجاسوس الأقوى

أتعرفون الـ كي لوغر أو راصد لوحة المفاتيح *keylogger*؟

هذه الأداة هي من أكثر الأدوات تطفّلًا من تلك التي يمكن لوالدين شديدي القلق على سلامة أطفالهم تركيبها. غايتها: تسجيل كل ما تطبعونه على لوحة المفاتيح، سواء في لعبة، أو على الشبكة العنكبوتية أو في معالج نصوص. تستطيع بعض أدوات رصد لوحة المفاتيح حفظ أجوبة محدثيكم أثناء تحاوركم مباشرة على الشبكة! وأخيرًا، تجدر الإشارة إلى أنه يمكن إخفاؤها. يسهل إيجاد هذه البرمجيات التي تشبه الفيروسات على شبكة الإنترنت، ولا يتعدّى ثمنها العشرات من اليورو.

(1) MES PARENTS ESPIONNENT MON PC, COMMENT FONT-ILS?, Science & Vie Junior 299, P 83
(2) Philippe Fontaine



حادث تحطم طائرة في أوكرانيا

يظل التحليق فوق منطقة من الصراعات محفوفًا بالمخاطر[1]

كيف نرسم مسارات جوية آمنة؟

تتطلب كل رحلة جوية تجارية إيداع خطة الطيران، تعرض فيها شركة الطيران المسار الذي تنوي اتباعه. في أوروبا الغربية، تنسق هيئة مركزها في بروكسل وهي الـCFMU (وحدة إدارة حركة الطيران المركزية) خطط الطيران هذه وتوافق عليها (وعند الحاجة تغيرها أو ترفضها). يسفر وجود صراعات قليلة الحدة في منطقة معينة عن فرض ارتفاع أدنى للتحليق على الطائرات.

تذكير بالوقائع

في ١٧ يوليو ٢٠١٤، تحطمت طائرة بوينغ ٧٧٧-٢٠٠ إي أر "Boeing 777-200ER" التابعة للخطوط الجوية الماليزية، الرحلة م هـ ١٧ "MH17" بين أمستردام وكوالا لامبور، في شرقي أوكرانيا، في منطقة يسيطر عليها انفصاليون موالون لروسيا. قتل جميع الركاب الـ ٢٩٨ في الكارثة. وترجح الآراء احتمال إصابتها بصاروخ أرض- جو.

بالنسبة إلى الرحلة م هـ ١٧ "MH17"، تم القبول بخطة الطيران المتمثلة في التحليق فوق شرقي أوكرانيا، لا سيما وأن المجال الجوي فوق تلك المنطقة من أوكرانيا كان مفتوحًا. لكن كان ثمة قيد: نظرًا للمعارك الدائرة على الأرض، تُمنع الطائرات من التحليق على ارتفاع أقل من ٣٢٠ (أي ٣٢ ألف قدم أو ٩٧٥٣ مترًا) للاحتماء من الصواريخ المحمولة، ومن رشق الرشاشات الثقيلة وما شابه ذلك.

وعلى ارتفاع أعلى، لم تر السلطات الدولية... أو المحلية وجود أي تهديد من قبل الصواريخ متوسطة المدى -والتي من المعروف أنها منتشرة في البلاد- يدفعها إلى منع التحليق فوقها. في حال ثبتت فرضية إطلاق صاروخ أرض-جو، تحمل أوكرانيا إذًا قسطًا من المسؤولية، لأنها فشلت في التحكم في مجالها الجوي أو في توقع المخاطر بشكل صحيح.

فمسؤولية الدول ذات السيادة تملي إصدار قيود استعمال لمجالها الجوي، في حال فرضت الظروف ذلك. ويسفر المجال الجوي المغلق بالطبع عن تراجع العوائد المقبوضة وعن خسارة مالية...

في حال كانت الدولة منهارة أو لم يكن لها علاقات دبلوماسية مع الدول صاحبة شركات الطيران، تصدر المنظمة الدولية للطيران المدني OACI توصيات، قد تتبعها السلطات المحلية أو ترفضها.



N. SNEIDER/THE NYT/REDUX/RÉA

ولدى هذه السلطات القدرة على فرض قيود على الطائرات: ابتداءً من شهر أبريل الماضي، منعت إدارة الطيران الاتحادية الأمريكية FAA الطائرات المسجلة في الولايات المتحدة من التحليق فوق شبه جزيرة القرم، وبحر أزوف، والبحر الأسود. ومازلنا نشهد قيودًا كاملة أو جزئية أو "تحذيرات" تتعلق بخمسة عشر بلدًا مثل أفغانستان واليمن.

الاعتقاد بإمكانية حماية الرحلات التجارية من تهديد إسقاطها بواسطة صاروخ أرض-جو بطريقة فعالة هو ضرب من الوهم، لذلك فإن



التعرف إلى الحطام...
إن حطام الطائرة منتشرة في دائرة قطرها كيلومترات، في المنطقة التي يسيطر عليها الثوار الموالون لروسيا المشتبه فيهم بإسقاط الطائرة بواسطة صاروخ أرض-جو من صناعة روسية. وتكمن الصعوبة في العثور على آثار...

...لاكتشاف آثار نقطة الاصطدام
تظهر بقايا القمرة اعتداء بصاروخ. نرى في هذه الصورة المكبرة أن المعدن مزقته الشظايا: كما يبدو، إنها شظايا الصاروخ الذي انفجر بقرب الطائرة.

الخيار الوحيد المعتمد بطريقة منهجية عند الشعور بتهديد هو تغيير المسار الجوي.

ما هي السوابق؟

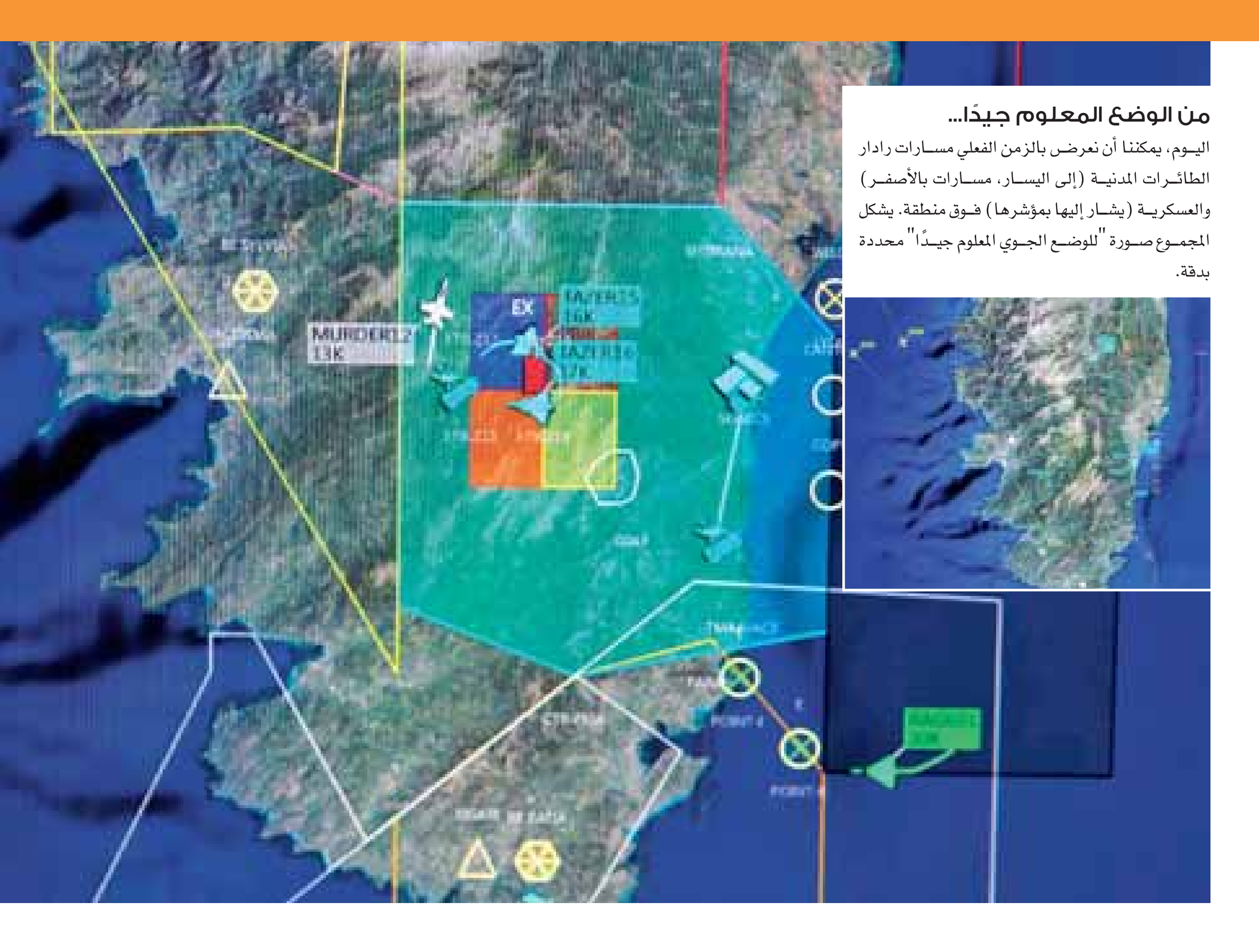
خلال أكثر من خمسة وثلاثين عامًا، أُسقطت ثماني طائرات تجارية بفعل صواريخ، مما تسبب في مقتل ٦٠٠ شخص تقريبًا. في معظم الوقت، تم استهداف تلك الطائرات عمدًا من قبل صواريخ موجهة بالأشعة تحت الحمراء، أطلقها إرهابيون أو ميليشيات. ونظرًا لمدى هذه الصواريخ المحدود، تواجه مراحل الإقلاع أو الهبوط التهديدات الأخطر. أما تدمير الطائرات وهي في الجو، فيتطلب صواريخ أقوى وتوجيهًا من الرادار، أي عمل جيش نظامي... غير مؤهل أو في غاية التوتر. لنعطي مثلين: في العام ١٩٨٨، أسقط الطراد الأمريكي يو أس أس فينسين USS Vincennes طائرة إيرباص أ ٣٠٠ تابعة للخطوط الجوية الإيرانية اُعتبرت معادية، فوق الخليج العربي؛ وفي العام ٢٠٠١، دمر صاروخ س-٢٠٠ (S-200) أطلقته وحدة أوكرانية، طائرة توبوليف ١٥٤ (Tupolev 154) تابعة للخطوط الجوية السيبيرية التي تربط تل أبيب بنوفوسيبيرسك.

أي نوع من أنواع الصواريخ يصل إلى طائرة أثناء تحليقها؟

في عائلة الصواريخ الكبيرة، تشكل صواريخ أرض-جو المخصصة لإسقاط الأهداف الجوية، فئة مستقلة بحد ذاتها. يزن أخفها وزنًا خمسة عشر كيلوغرامًا تقريبًا، ويعمل بتوجيه بالأشعة تحت الحمراء: يرصد الهدف بالعين المجردة ويتبع الصاروخ المستقل كليًا مصدر الحرارة (المحرك عادة) لينفجر. يقتصر مدى عملها على ٥ أو ٦ كيلومترات، مما يستثني إلى حد بعيد إمكانية إسقاطها لطائرات مدنية أثناء طيرانها.

نظام س أ - ١١ غادفلاي SA-11 Gadfly (وهو النظام المعروف بـ"باك م ١" في التسمية الروسية)، أو المشتق عنه س أ - ١٧ غريزلي SA-17 Grizzly والاثنان من صناعة روسية، هو محط كل الشبهات فيما يخص الرحلة م هـ ١٧ .

فهي صواريخ أثقل بكثير، كغيرها من الصواريخ متوسطة المدى. وهي قادرة ←



من الوضع المعلوم جيدًا...

اليوم، يمكننا أن نعرض بالزمن الفعلي مسارات رادار الطائرات المدنية (إلى اليسار، مسارات بالأصفر) والعسكرية (يشار إليها بمؤشرها) فوق منطقة. يشكل المجموع صورة "للوضع الجوي المعلوم جيدًا" محددة بدقة.

← بواسطة نظام دفعها (مواد دافعة) على استهداف أهداف أكثر بعدًا، بل تصل إلى أكثر من ١٠٠كم بالنسبة إلى الأقوى منها. بيد أن هذا المدى الزائد يتطلب في الواقع توجيهًا أكثر دقة على مسافة كبيرة، وبالتالي استخدام الرادار. وبصفة عامة، ينطوي مركز القيادة على رادار مراقبة يكتشف الأهداف ويحددها قبل إصدار أمر الإطلاق لوحدات النار. بالنسبة إلى الصواريخ الأقدم، يعد التوجيه "نصف فعال": إذ يضيء رادار "ملاحقة" الهدف بصورة مستمرة بما أن الصاروخ يطارد الطاقة المنعكسة. أما الصواريخ الحديثة فتتسم بالقدرة على تعقب أهدافها بنفسها، مما يعطي منصة الصواريخ نفسها إمكانية إطلاق صواريخ على أهداف متعددة في آن واحد.

تتميز وحدات الرمي باك م١ (Buk M1) برادار يخولها في حالات الطوارئ (مثلاً في حال دمر رادار المراقبة الأساسي)، مراقبة السماء واتباع هدف باستقلالية تامة، ولكن مقابل قدرات تحديد محدودة للغاية. وربما كلف تحليل خاطئ ركاب الرحلة م هـ ١٧ الـ ٢٩٨ حياتهم. بيد أن فرضية انطلاق الصاروخ بطريقة غير متعمدة غير مرجحة بسبب أنظمة الأمان المتوفرة (مفاتيح وأزرار).

كيف نحدد المعتدي

يترك إطلاق صاروخ موجه من الرادار الكثير من الآثار: يترك آثارًا مرئية في المقام الأول، مع أعمدة الدخان التي تنتج عن الوقود المحترق. ثم آثارًا إلكترو مغناطيسية: إذ أننا نحتاج إلى رادارات معروفة لتحديد الهدف وتوجيه الصاروخ، ذات موجات مصنفة الشكل. ويتم البحث عن أدلة لإطلاق الصاروخ في الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية. منذ السبعينيات، نشر الأمريكيون في الفضاء شبكة من الأقمار الاصطناعية تحدد انطلاق الصواريخ. ومنذ العام ٢٠٠٨، باتت تحل مكانها مجموعة جديدة من الأقمار الاصطناعية المتميزة بأداء معزز. وتمسح أجهزة استشعار وضعت في المدار بسرعة فائقة مناطق جغرافية واسعة بحثًا عن ومضة محددة تشير إلى انطلاق صاروخ. ومما لا شك فيه أن قواعد الصواريخ الاستراتيجية الروسية والإيرانية أو حتى الكورية الشمالية تخضع لمراقبة دقيقة. ومن المحتمل أيضًا أن تكون أوكرانيا قد جذبت اهتمامًا خاصًا في الأسابيع الأخيرة.



... إلى النظام المعزول

إن منصة الصواريخ هي على الأرجح من نوع س أ-١١ (SA-11) من صناعة روسية، تتضمن رادارًا في برجها. هذا النظام غير متصل بشبكة، ولا يتيح تحديدًا دقيقًا للأهداف.

كيف تعمل هذه الصواريخ؟

صممت الصواريخ أرض-جو لضرب أهداف سريعة متحركة. ونظرًا لصعوبة إحداث اصطدام مباشر، تحاول الصواريخ قبل كل شيء الانفجار في أقرب نقطة ممكنة من هدفها بقذف الكثير من الشظايا، على غرار بندقية صيد تطلق شظايا من الرصاص. فيقع الهدف في مخروط من الشظايا أطلقت بسرعة هائلة ومن الصعب تجنبها. ويؤدي انفجار عشرات عدة من الكيلوجرامات من المتفجرات إلى موجة صدم قوية للغاية، إلى حد إفقاد طائرة توازنها أو تفكيكها أثناء تحليقها.

هل تستطيع طائرة مدنية تجنب صواريخ أطلقت باتجاهها؟

لا يترك صاروخ متوسط المدى أي فرصة لنجاة طائرة مدنية عاجزة عن رؤية اقترابه منها، أو عن مناورته لتجنبه. يبقى التهديد الذي تشكله الصواريخ العاملة بتوجيه من الأشعة تحت الحمراء، التي تطلق من الأكتاف، والذي يمكن مواجهته بأسلوبين. ينطوي الحل الأول على استعمال شعل أو شرك حراري: بعد اكتشاف التهديد (مثلًا، عند رؤية "ريشة" الدافع)، تُقذف خراطيش تحاكي أثر الطائرة الحراري لدفع الصاروخ بعيدًا عن هدفه. أما الحل الثاني، فهو استعمال أنظمة تعمل على طاقات موجهة أو DIRCM. يُستهدف الصاروخ بعد الكشف عنه بأشعة ليزر تعمي نظام توجيهه.

الجدير بالذكر أن أكبر الطائرات العسكرية مجهزة اليوم بهذه المعدات المتطورة العاملة. وهي لا تستهوي مطلقًا الشركات المدنية، التي يثبطها ثمن هذه المعدات، إلى جانب ما تسببه من ازدحام وكتلة يؤديان إلى زيادة استهلاك الطائرة من الوقود، علمًا بأن الفائدة الحقيقية منها لم تثبت بعد، باستثناء بعض الحالات الخاصة.

هل فُهرست كل منصات إطلاق الصواريخ المتوفرة؟

كل الدول المجهزة بها معروفة، أو يمكن معرفتها باللجوء إلى وسائل استخباراتية (رادار، تنصت، تحقيق على الأرض...). ولكن ما من حصر شامل في الزمن الفعلي لهذا النوع من البطاريات على الأرض. وتخضع هذه الأسلحة البالغة التنقل، لمراقبة دقيقة في بعض مناطق النزاعات أو المناطق القريبة منها. وفي تلك المنطقة من مالي التي تحطمت فيها رحلة واغادوغو-الجزائر الذي لقي على متنها ٥٤ فرنسيًا حتفهم، سمح وجود قوات فرنسية على الأرض باستبعاد فرضية إسقاطها بصاروخ: فما من بطارية إطلاق صواريخ قادرة على الوصول إلى طائرة تحلق في أجواء المنطقة. وثمة الكثير من الدول في العالم (فرنسا، الولايات المتحدة الأمريكية، الصين، الهند، جنوب إفريقيا، السويد، ... إلخ) قادرة على إنتاج صواريخ مضادة للطائرات وبيعها. فقد سلمت روسيا نظام بلك م ١ المتهم بإسقاط الطائرة في أوكرانيا إلى خمسة عشر بلدًا تقريبًا. **فريديريك ليرت**[٢]

للمزيد

- موقع (بالإنجليزية) اتحاد العلماء الأمريكي. معلومات تقنية ممتازة عن الصواريخ وعن انتشار الأسلحة. http://fas.org
- موقع مكتب التحقيقات والتحاليل (BEA) لأمن الطيران المدني. إن تقارير التحقيق متوفرة على الرابط: http://www.bea.aero/index.php
- كتاب: الحرب كما ترى من السماء "la guerre vue du ciel" لدار نشر نيمرود، بقلم مارك شيفلر، قائد طائرة ميراج ٢٠٠٠ د.

F. LERT - UTC AEROSPACE SYSTEMS - DR

(1) CRASH EN UKRAINE: SURVOLER UNE ZONE DE CONFLIT DEMEURE RISQUÉ, Science & Vie 1164, P 36-39
(2) Frédéric Lert



NASA

صحن طائر من عندنا

نجحنا! نجحنا أخيرًا في أسر صحن طائر!!! للأسف، إنه من صنع أرضيّ بكل ما للكلمة من معنى. في الواقع إن وكالة الفضاء الأمريكية هي المسؤولة عن سقوط هذه المركبة الغريبة.

إنها كبسولة مخصصة لاختبار نوع جديد من الفرملة مخصص للوصول المرتقب على كوكب المريخ. لهذا الغرض، أرسلت أولًا على ارتفاع ٥٥ كلم، ثم بدأت بسقوط حر كبير، يحاكي الوصول إلى الكوكب الأحمر بسرعة تقارب الـ ٤٦٠٠ كلم في الساعة! قضى الاختبار بفرملة الكبسولة بواسطة حلقة نفخ، موضوعة حول المركبة. بتعرضها لقوة تيارات الرياح، خفضت سرعة الكبسولة حتى ٣ آلاف كلم/الساعة تقريبًا. ثم نشرت مظلة هائلة يبلغ قطرها ٣٣ مترًا أدت إلى هبوط عنيف لكن ناجح على سطح الماء.

F.N.

تظهر صور إباحية عندما أتصفح شبكة الإنترنت، فكيف أتخلّص منها؟[1]

بقلم: فيليب فونتان [2]

في الواقـع، يتوقّف ذلك على مصدرها. ولكن ثمّـة سؤال لا بدّ من طرحه: هـل تصفّحتم موقعًا غير شرعـيّ للتحميـل، أو موقعًا لمشاهـدة أفلام فيديـو مقرصنـة؟ فهـذا النـوع مـن الصفحات يعرض –غالبًا– لافتـات إعلانيّة لمواقـع إباحية، وإذا كان الأمـر كذلـك، فإنّ القرص الصلب في حاسوبكـم لا يزال يحتفـظ بأثر المرور على الموقع علـى شـكل ملفّـات تعريـف الارتبـاط (ملفـات "كوكي" Cookie). معظـم مواقـع الإنترنـت –إن لم يكـن كلها– يستعمل هـذه الملفّات الصغيرة، فهي تساعد على التعرف إلى الزوّار لاقتراح محتوى ملائم وعرض إعلانـات محدّدة لهـم أيضًـا. من ثـمَّ، إن زرتم مواقع تحميل غـير شرعيّة، تتزايـد لاحقًا فرص ظهـور إعلانـات إباحية علـى مواقع أخـرى تعدّ جديـرة بالاحترام للغاية. حلّ هـذه المشكلة سهل للغايـة: افتحوا الخيـارات في متصفحكم وامحوا ماضي تصفحكم وملفات تعريف الارتباط.

لا تـزورون هـذا النوع مـن المواقـع؟ في هذه الحالـة، يبقى احتمالان. إمّـا أن يكون حاسوبكم ملوّثـا ببرنامج مـؤذٍ (برمجيات خبيثـة)، وهذا أمـر غـير مرجّـح إذا كان تم تحديث البرنامج الذي يحميكـم من الفيروسات وجـدار الحماية، أو أنّ متصفّحكـم يـأوي برنامـج إعـلاني، وهذا الأخـير، ركّبتمـوه بأنفسكـم مـن دون علمكـم. في الواقـع، تضيـف بعض المواقـع المتخصّصـة بالتحميل –أحيانًا– برامـج "زائدة"، تكون غالبًا مضـادّات الفيروسـات ومتصفّحـات إنترنـت، فضلًا عن البرنامج الـذي يهمكم. لتجنّب تثبيت مثل هذه البرامج، عليكم إزالة العلامة من المربع المناسـب، الذي يكـون معلّمًـا بشـكل افتراضي، ولا بأسـ إذا نسيتـم إزالة تلـك العلامة إذ يسهل محو تلـك البرمجيّات، ولكن هـذا لا ينطبق على أشرطــة الأدوات (هوتبــار، مايسارتشــدايل، بابيلــون أو بوكســور)، التـي تـزرع في المتصفـح لشخصنــة السطـح البينـي أو لجعلـه أكثر راحة عنـد الاستخدام. لقـد صُمّمـت في الحقيقة قبل كلّ شـيء للتجسـس علـى نشاطـات المستخـدم بهـدف إمطـاره بإعلانـات موجهـة، وأشرطـة الأدوات هذه هي غالبًا ما تكون مصدر الإعلانات الإباحيـة، مـن الأفضـل إذًا محوهـا، ولكن هذا ليـس سهـلًا للأسـف، فمعظمهـا لا يظهـر في لائحـة البرمجيات التي تم تحميلهـا. إلّا أن بعض مضادات البرمجيات الخبيثـة مثل مالويربايتس (Malwarebhytes) أو أدوكلينر (AdwCleaner) تقـترح إزالتها مـن أساسهـا. كن حـذرًا، فربما يكون استعمالها دقيقًـا. لا ترددوا بالاطلاع على منتديـات السلامـة في مواقـع (Cnet France) أو دليـل تـوم (Tom›s Guide). ولتجنّـب المزيد مـن الحوادث المزعجة الأخـرى، تصرفوا بحذر، واحرصـوا دومًا على تحميل برامج الحاسوب من موقع الناشـر بقدر المستطـاع، وإن اقتُرح عليكم تثبيـت برمجيـات اختياريّـة، ابحثـوا مسبقًـا في جوجل للتأكد من أنّها لا تنطوي على أيّ خطر. ▮





تواروا عن الأنظار

بين ملفـات تعريـف الارتبـاط، الواشيـة حقـا بنشاطاتنا علـى شبكة الإنترنـت، وماضـي التصفح، الـذي يحتفظ بأثر كلّ الصفحات التي اطّلعنا عليها، نشعر أحيانًا بأنّنا ضحيّة تجسّس مستمر، ولحسن الحظ، تقترح المتصفّحات كلّها –منذ بضع سنوات– خيار التصفح بطريقة مجهولة. يكفي لهذا الغرض تشغيل الخيار "تصفح خاص" ("خاص" In Private، على إنترنت إكسبلورير) فيختفي عندئذ كلّ من ملفات تعريف الارتباط وماضي التصفّح حالما تقفلون متصفحكم، ويتوقّف تسجيل كلمات السر. وهذا إجراء ضروري في حال تصفّح مواقع الإنترنت من حاسوب ليس لكم.

(1) DES IMAGES COQUINES S'AFFCHENT QUAND JE SURFE, COMMENT M'EN DÉBARRASSER?, Science & Vie Junior 300, P 88
(2) Philippe Fontaine

الأجهزة المتّصلة بشبكة الإنترنت معرّضة كلّها للقرصنة![1]

ثلاّجات، سيّارات، كاميرات الويب، أجهزة تنظيم نبض القلب... ثمة ١٥ مليار جهاز في العالم متّصل بشبكة الإنترنت. ولكنّها -نظرًا لافتقارها لأمن المعلومات- سهلة التعرّض للقرصنة. لماذا؟ كيف؟ ملفّنا، مع أمثلة داعمة.

بقلم: بيار- إيف بوكيت[2]

كان الحدثُ في عام ٢٠١٣، عند اقتراب أعياد رأس السنة. أرسلت ثلاّجة رسائل إلكترونيّة مخادعة. نعم، أفسدت ثلاجةٌ بريد متصفّحي الإنترنت من دون علم صاحبها. ولم يخطر مطلقًا على بال هذا الأخير أنّ ثلاجته تعرضت للقرصنة، وأنّها تشارك من مطبخه في هجوم واسع من الرسائل الإلكترونيّة المخادعة (راجع الصفحات الآتية) سابقة شهدها العالم للمرّة الأولى!

التفسير: تشكّل هذه الثلاجة المنتمية إلى الجيل الأخير جزءًا لا يتجزّأ من العالم الجديد. عالم من الأغراض المتباينة المتّسمة بقدرة مستحدثة، ألا وهي التواصل بفضل الاتصال بشبكة الإنترنت، أو بأيّ شبكة أخرى: الواي فاي (شبكة التقنية اللاسلكية)، البلوتوث، الشبكة الخليوية، ورقاقات تعريف التردّد اللاّسلكي.

لهذا العالم الجديد اسم: "إنترنت الأشياء" وقد أصبحت هذه الأغراض المتصلة بشبكة الإنترنت منتشرة في كلّ مكان.

كاميرا الويب التي لديكم، بطاقات الدفع من دون اتصال، سيارتكم عندما تكون مجهزة بنظام اتصال خاص بالطوارئ في حال تعرضها لحادث، وجهاز التحكّم الرئيس بلعبة الفيديو، في حال كنتم تلعبون وأنتم متّصلون بالشبكة، وأيضًا جهاز التلفزيون "الذكي" الخاص بكم، ميزانكم، ستائركم المتحرّكة الآليّة، إضاءتكم، جهاز التحكم في درجة حرارة منزلكم.

الأرقام تتحدث: بحسب مرقب التقنيات الرقميّة أي دايت (iDate)، هناك اليوم أكثر من ١٥ مليار كيان متّصل بشبكة الإنترنت، مقابل ٤ مليارات فقط في العام ٢٠١٠.

من المتوقّع، بحلول العام ٢٠٢٠، أن يصل مجموع "جيش الظل" بحسب مجلس شركة البيانات الدولية إلى ١١٢ مليار عضو.

وفي سياق المقارنة بعدد الهواتف الذكيّة، التي تشهد هي أيضًا ازدهارًا، لن يتعدّى عددها الـ٣,٣ مليار وحدة في الخدمة في العالم في العام ٢٠١٧. ←

السياق

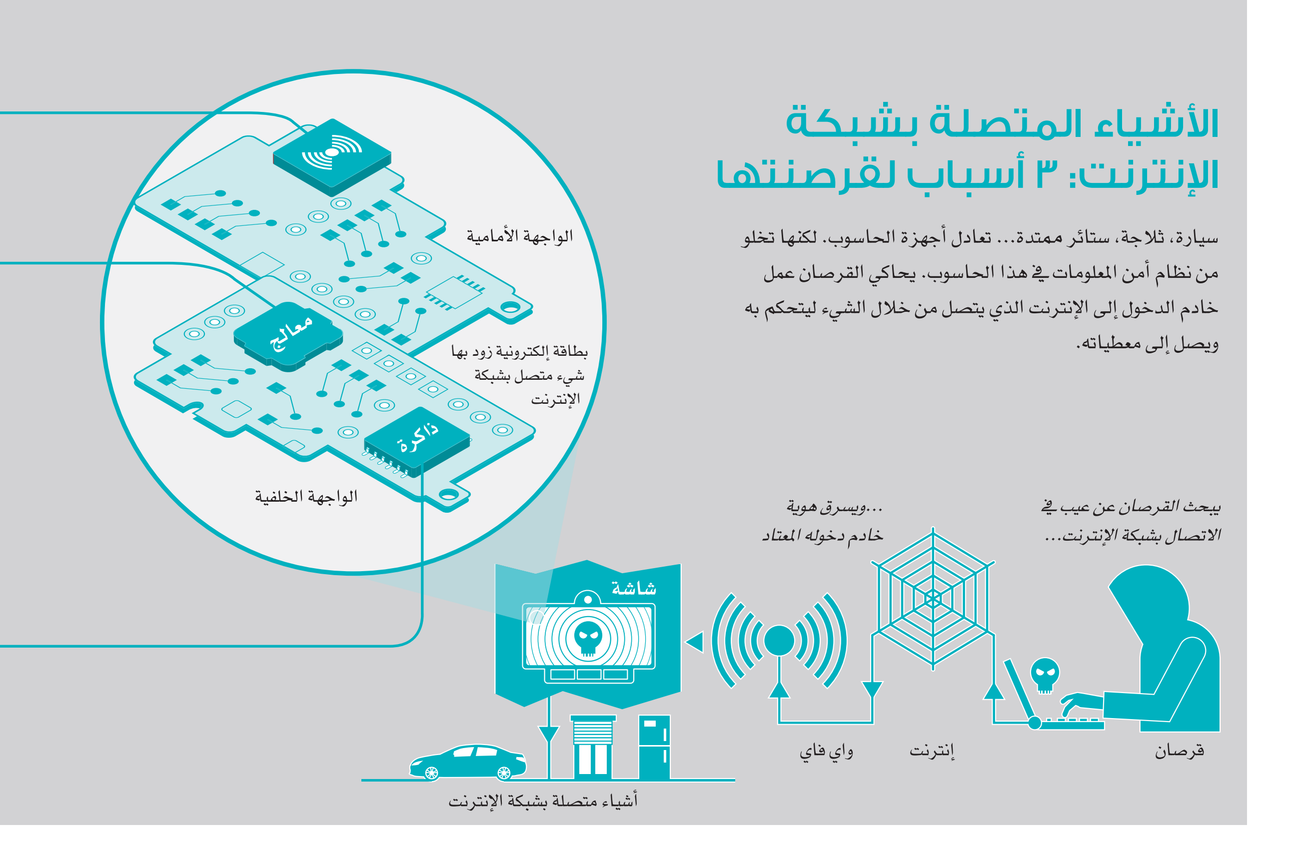
سيتصل أكثر من ١٠٠ مليار غرض وآلة بشبكة الإنترنت بحلول العام ٢٠٢٠: وسترسل بياناتها كافّة إلى الشبكة، حيث ستحللها برامج تمكن مستخدميها من التحكّم بها عن بعد، ما يوفّر الوقت والطّاقة.

GETTY



الأشياء المتصلة بشبكة الإنترنت: ٣ أسباب لقرصنتها

سيارة، ثلاجة، ستائر ممتدة... تعادل أجهزة الحاسوب. لكنها تخلو من نظام أمن المعلومات في هذا الحاسوب. يحاكي القرصان عمل خادم الدخول إلى الإنترنت الذي يتصل من خلال الشيء ليتحكم به ويصل إلى معطياته.



← فمع نمنمة لواقط الاتصالات ومكوّناتها الإلكترونيّة، التي عزّزها نجاح الهواتف الذكيّة، بات الترابط يمتد إلى المزيد من الأشياء اليوميّة، بل ويبلغ حتى أغراضًا غير متوقّعة مثل السيجارة الإلكترونيّة، القدر المضغوط، فرشاة الأسنان، أو مضرب الكرة، فتصبح متصلة بشبكة الإنترنت اليوم. يضيف عليها صانعوها عادة للمناسبة الحرف الزائد "i" أو النعت "ذكي" (smart).

في أغلب الأحيان، يتفاعل المستخدم مع هذه الأشياء المفتقرة لشاشة وأزرار، عبر تطبيقات مخصّصة على الألواح الرقمية أو الهواتف الذكية، التي تكون بدورها متصلة بالشبكة.

ماذا يحمل لنا هذا الاتصال الجديد بين الأشياء والمستخدم والإنترنت؟ أوّلًا، إمكانيّة ترشيد الاستهلاك -الماء، والطاقة والوقت...- وكذلك تحسين الخدمات التي يؤدّيها الشيء بفضل تحليل تلقائي للبيانات المتعلّقة باستعمالها (التردّد، المدّة، والحدّة...). فضلًا عن إمكانيّة البرمجة عن بعد ومزامنة عمل الأشياء المختلفة المتصلة بالشبكة.

ثغرات في أسطر الشِفرة

تأمين حياة أسهل وأكثر سلاسة للمستخدمين: إنّه وعد الأشياء المتّصلة بشبكة الإنترنت. بيْد أنّ الملّاك السعداء لثلاجة أو غسّالة ذكية لن يكونوا الوحيدين المتمّعين بحياة أسهل، فالقراصنة سيستمتعون بها أيضًا!

بالنسبة إليهم، كلّ الأشياء المتصلة بشبكة الإنترنت هي باب محتمل للولوج إلى البيانات التي تحتوي عليها.

يشرح باري شتيمان Barry Shteiman، مدير استراتيجيّة الأمن عند إيمبيرفا (Imperva)، وهي شركة

إيسمت جيري
ISMET GÉRI
مدير بروفبوينت في فرنسا وجنوب أوروبا، اختصاصي في أمن البُنية التحتية الخاصّة بالبريد الإلكتروني

إن البرمجيات المضادة للفيروسات ومفاتيح التعريف تعتبر من الأشياء المتصلة بشبكة الإنترنت وهي غير مزودة بأي نظام أمن للمعلومات

B.BOURGEOIS - DR

١ لتحويل رقاقة الواي فاي إلى مرسل للرسائل الإلكترونية المخادعة

يمكن أن يستعمل القرصان وحدات اتصال الجهاز (بريد إلكتروني، متصفح ويب...) لنشر الرسائل الإلكترونية المخادعة والفيروسات.

٢ للتحكم بالغرض

يدخل القرصان أسطر شيفرة مؤذية للتحكم بالآلة وتعديل عملها.

٣ للحصول على البيانات الشخصية

يصل القرصان إلى بيانات المستخدم الشخصية المخزنة في ذاكرة الآلة.



حالة من الرسائل الإلكترونيّة المخادعة

الثلاجة التي تعرّضت للقرصنة التي ترسل رسائل إلكترونية من غير أن تدري

حدث ذلك في ٢٣ ديسمبر ٢٠١٣: أرسلت ثلاجة رسائل إلكترونيّة مخادعة. هذا ما كشفه تحليل حملة رسائل إلكترونيّة مخادعة أنجزته بروفبوينت، وهي شركة متخصّصة في أمن البريد الإلكتروني. من بين الـ٤٥٠ ألف آلة مصدر الـ٧٠٠ ألف رسالة إلكترونيّة مخادعة أخضعت للدراسة، كان الربع، أي حوالى مئة ألف، من الأشياء المتّصلة بشبكة الإنترنت: علب خط اشتراك رقمي غير متماثل، أنظمة ألعاب الفيديو... وثلاجة. يشرح إسميت جيري من بروفبوينت قائلًا: "تتضمّن كلّها أنظمة تشغيل مثل جافا، أباش أو لينوكس، تشغلها. ولتسهيل العمل والمعايرة، رُكّب كثير منها بشكل افتراضي مع وظائف لا يحتاج إليها الشيء، مثل خادم بروتوكول إرسال البريد البسيط SMTP لإرسال الرسائل الإلكترونيّة. حالما يدخل، لا يبقى على القرصان سوى تنشيط ذلك الخادم وجعله يرسل رسائل إلكترونيّة".

كيف يستغل القراصنة ثغراتها؟

إنّهم يَشْرَعون -عمليًّا- بالبحث عن البيانات الموثّقة المتوفّرة في الجهاز المستهدف لتمييز خطأ ما في البرمجة في شفرة البرمجيّات المركبة ("ثغرة"): أيّ نوع من خطأ إملائي لا يغيّر معنى الجملة (الأمر المطلوب تنفيذه)، ولكن يمكن تشغيله ليعطي معنى آخر للجملة، وعند ذلك يحول الأمر عن وظيفته الأصلية. الجدير بالذكر أنّ أسطر شِفرة البرمجيات التي تدير الصلة بالشبكات اللاّسلكية تُستهدف بشكل خاص.

في الوقت الذي تتبادل فيه هذه الأخيرة المعلومات باستمرار للحفاظ على الصلة، يمكّن الكشفُ عن ثغرة القراصنة من الحصول -بلا حق- على حقوق المدير، فيتسلّحون بها ويعملون عمل الموجّه ("العلبة") الذي ←

تختص بحماية مراكز معالجة البيانات قائلًا: "موطن اهتمام القراصنة بإنترنت الأشياء واضح: تنطوي هذه الأغراض على كثير من البيانات. وتعادل أجهزة الحاسوب: إذ يمكن أن تُجهّز ببرمجيات وهي متّصلة بشبكة الإنترنت، وكلّ اتصال يشكّل خطر قرصنة".

لكن الفرق الضئيل بينها وبين أجهزة الحاسوب يكمن في أنّ أجهزة الحاسوب تحميها عادة برمجيّة مضادّة للفيروسات، أو جدار حماية، مرشّحة الدخول إلى شبكة الإنترنت. في المقابل، فإنّ الأشياء المتّصلة بشبكة الإنترنت، مجهّزة بتدابير حماية ضعيفة، إن وجدت أصلًا.

ويضيف إيسمت جيري Ismet Géri، في بروفبوينت، اختصاصي أمن البُنية التحتية الخاصّة بالبريد الإلكتروني قائلًا: هذه الأغراض غير مجهزة على الإطلاق بأيّ تدبير من تدابير أمن المعلومات".

تعابير خاصة

نظام التشغيل الخاص بالأغراض المتّصلة بشبكة الإنترنت -مهما بلغ صغرها- يرتبط على غرار نظام تشغيل الحاسوب، بعدد كبير من الوظائف والبرمجيات (متصفح، آلات حاسبة، إدارة البريد الإلكتروني...)، فيضمن التواصل مع الشبكة، وقيادة اللواقط المختلفة، ومعالجة البيانات وتحليلها...





فيسانتي دياز

VICENTE DIAZ

اختصاصي في البرمجيّات المؤذية في غريت (Great)، مختبر البحث والتطوير في منتج البرنامج المضاد للفيروسات كاسبيرسكي (Kaspersky)

يهاجم قرصان ما أولًا تلك الأشياء التي نجهل أحيانًا أنّها متّصلة بشبكة الإنترنت

← يتّصل بـه البرنامج عـادة؛ عندئذ يصبـح التسلّـل بوساطـة أسطـر شفرة مؤذية في نظام التشغيل (راجع "تعابير خاصـة") للسيطـرة عليـه، أمـرًا بالـغ السهولة.

إليكـم مثـل آخـر: يمكـن لخطـأ في برنامـج تصفّح الإنترنـت أن يتيح منفذًا إلى ملفّات لا ينبغي عـادة الاطّلاع عليها عـن بعـد، ويستطيـع القرصـان عندئذ الحصول على بيانات مخزّنة في الذاكرة، وهـذا ما لم يتـم الكشف عـن الخطأ في البرمجـة. لملء هـذه الثغـرة، يتعيّن على المصمّمـين نشـر تحديثـات لتدابير أمن المعلومـات، إلّا أنّـه في حـال الأغراض المتّصلـة بشبكـة الإنترنـت، تسهـل هذه المنـاورات بقـدر افتقـار هـذه الأجهـزة للحمايـة العاديّـة (برمجيّـة مضـادّة للفيروس، مفاتيح تعريف...).

لتقـويم عدد هـذه الأجهـزة الذكيّة، لجأ صحافيان مـن الصحيفة النرويجية داغبلاديـت (Dagbladet) إلى استعمال شـودان (Shodan)، وهـو محـرّك بحث يحصـي كلّ الأشيـاء المتّصلـة بشبكـة الإنترنـت، وقـد حـدّدا نطـاق بحثهمـا بالنرويـج فقـط، وتوصّـلا إلى النتيجـة المدهشـة بـأنّ ٢٥٠٠ نظـام مراقبـة معلوماتيّـة متّصـل بشبكـة الإنترنـت كان بالـكاد محميًّا أو غـير محميّ على الإطلاق.

من بين تلك الأنظمة، شكّل ٥٠٠ منها جـزءًا من هيكليّات صناعيّـة أو هيكليّات ذات أهميـة حيويّـة؛ يتعلّـق ٢٩٠ منهـا بمصارف، بمدارس، بدور حضانة وحتى بمخيـم تدريب عسكـري. وجـدا أيضًا ٢٠٤٨ كامـيرا مراقبة (متاجر، مطاعم، مساكن...) يمكننا الاطّلاع على صورها وعلـى آلاف قواعـد البيانـات والخوادم المفتوحة، من دون حماية.

وخلال بحثهمـا، توصّلا إلى التحكم عن بعـد بحـرارة مجموعة مبـانٍ كاملة (راجع الإطـار إلى اليسار)، وإلى دخول نظام إنذار الحرائـق التابع لإدارة سكك الحديد والاطّلاع علـى وثائق سريّة حول مشروع مطار عسكري!

معرفة ما إذا كان المنزل خاليًا من سكانه

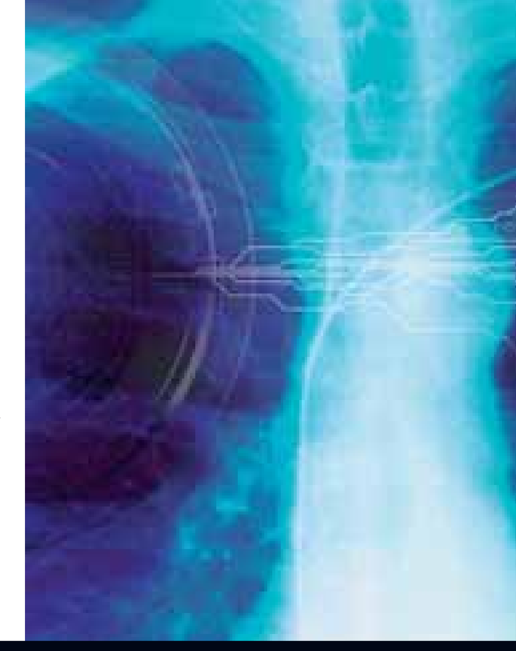
عديدة هـي مواطن الضعـف التي لا تمرّ مـرور الكـرام. يؤكّـد فيسانتي دياز Vicente Diaz، وهـو اختصاصـي في البرمجيّـات المؤذيـة في غريـت، مختبر البحـث والتطويـر لـدى منتـج البرنامج المضـادّ للفيروسـات كاسبيرسكي قائلًا: "قد تكون حماية حاسوبكم جيدة، بعكس الموجّـه أو غـيره مـن الأجهـزة المتّصلـة بشبكـة الإنترنـت. إن أراد قرصان ضرب جهازكـم، سيحـاول دائمًـا أن يمـرّ من الباب الخلفي، الأقلّ حماية، ويعتدي على أشياء أخـرى تجهلون حتى أنّهـا متّصلة بشبكـة الإنترنت".

مـا الأخطـار؟ أولًا: علـى غـرار أيّ حاسـوب، ربّما يُستعمـل كلّ شيء متّصل بشبكـة الإنترنت للقيـام بحملات رسائل إلكترونيّـة مخادعـة أو شـلّ مواقـع على شبكة الإنترنت بإغراقها بطلبات دخول.

ثانيًـا: يحـاول القرصـان الاستيلاء على بياناتكم الشخصيّة (عناوين البريد الإلكـتروني، كلمـات السـر، التفاصيـل المصرفيّة) فيستعملهـا لاحقًا أو يستفيد

الطائرة من دون طيّار التي تمتص البيانات...

في مارس ٢٠١٤، قدّمـت سينسبوسـت (SensePost)، وهي مؤسّسة أمن معلوماتـي، الطائرة من دون طيّـار سنوبـي (Snoopy)، القـادرة علـى الاتصـال من خلال الواي فـاي بالأجهزة التـي تحلّق فوقها وامتصاص بياناتها، وهذا حتى في حال كانت الأشياء في أعلى مبنى أو في منزل منعزل. المبدأ بسيط: ترسـل الأشيـاء المتّصلـة بشبكـة الإنترنت من خلال الواي فـاي باستمرار، رسالـة صلـة إلى المحطّات التـي تتصـل بهـا في العادة. تسمع الطائرة من دون طيّار هـذه الطلبات وتسرق هوية محطة. بعد أن ينخـدع الجهـاز المستهـدف، يتّصل بتلك المحطة «الودية» المزيفة، فيفتح مدخـلًا مباشرًا للجاسوس الطائـر. خـلال الاختبـارات التـي قام بهـا مصمّمو سنوبـي، تمكّنوا من تسجيـل أسمـاء وكلمات سرّ الدخول لحسابات أمازون وباييال وياهو.



حالة من الانحراف

تحول جهاز تنظيم نبض القلب إلى سلاح إنترنت قاتل

في العام ٢٠١٢، أدّى بارنابي جاك Barnaby Jack وهو قرصان معلوماتي شهير، عرضًا أثبت فيه إمكانيّة التحكّم بأجهزة طبيّة. هدفه: منظمات القلب الاصطناعيّة (أجهزة تنظيم نبض القلب وأجهزة تنشيط نبض القلب) مزروعة في مرضى يعانون قصورًا في القلب، صُمّمت لتسجيل المعلومات الطبيّة وإرسالها عن بعد. أثبت القرصان بوساطة برنامجه أنّه يمكن ضمن منطقة نصف قطرها ١٥ مترًا، إطفاء الجهاز، والقراءة والكتابة في ذاكرته الداخليّة، وحتى التسّبب بصدمة قاتلة من ٨٣٠ فولت. دفع الاستعراض الذي جرى في يونيو ٢٠١٣ الوكالة الأمريكيّة لمنتجات الصحّة إلى مطالبة المصنعين بتعزيز حماية أجهزتهم من الاعتداءات الواردة من الإنترنت.

منهـا ماديًـا، إلّا أنّ بعضـ الأشيـاء ربّما تكشف عن أمور مفصلة عنكم.

يشـرح فيسانتـي ديـاز قائـلًا: "قـد نحصل علـى كثير مـن المعلومات بالتجسّـس على هذه الأشيـاء. مثلًا، إذا عرفـت أنّ جهازكـم التلفزيـوني الذكـي شغّال، أعرف أنّكم في المنزل".

مثـال آخـر: مـن المتوقّـع أن تجهّـز كلّ المنـازل الفرنسيّـة في غضـون العـام ٢٠٢١ بالعدّاد الكهربائـي المتصل لينكي (Linky) الـذي بـدأت شبكـة توزيـع الكهرباء الفرنسيّة بنشره.

يُعـدُّ هذا العـدّاد القـادر على قياس استهلاككـم وإرساله عـن بعد في الزمن الفعلي، منجّمًـا فعليًا للمعلومات. بحسب اللّجنـة الوطنيّـة للمعلوماتيّـة والحريّات (Cnil) بفرنسا، يسمح بيان للاستهلاك كلّ عشـر دقائـق "بالتعـرّف إلى ساعات الاستيقـاظ والنـوم، ساعـات الغياب أو فتراتـه أو حتّـى في ظـلّ ظـروف معيّنة، مقدار الماء الساخـن المستهلك في اليوم، بل وعدد الأشخاص في المسكن".

ثالثًـا: يستولي القرصـان المعلوماتي على الغرضـ المستهدف لتحويله من دون علمكم عن وظيفته الأساسية.

حتـى إذا كان الغرض المتّصل بشبكة الإنترنت جهازًا طبيًا، يمكن تعرّض ←



C.O'REAR/CORBIS - DAGBLADET

حالة من التحكّم

تحول المبنى إلى حمام بخاري أو إلى حجرة تجميد

في العـام ٢٠١٣، تمكّـن صحافيـان من صحيفـة داغبلاديت النـرويجيّـة من التحكم بنظـام تدفئـة في مبنـى في مدينـة درامـن، في جنـوب البـلاد، يضـمّ مجموعـة من الشقـق وناديًا رياضيًّا ومتاجـر. كشـف الكاتبان في تحقيقهما الذي نشر في شهر أكتوبر ٢٠١٤ عن الآتي: " دون أن نضطر إلى تسجيل دخول أو إدخال كلمة السر، تمكنّا من ولوج ٣٠ ثابتة من ثوابت ضبط النظام". أشاروا أيضًا إلى عواقب التغييرات المفاجئة في الحرارة على الأطفال والعجزة والمرضى في هذه المناطق الواقعة في أعلى نصف الكرة الشمالي حيث تكون الحرارة في الشتاء جليديّة.



← حياة مستخدمه للخطر (راجع المربع في الصفحة السابقة "تحول جهاز تنظيم نبض القلب إلى سلاح إنترنت قاتل").

مصنّعون مهملون

كيف نفسّر افتقار عدد كبير من الأشياء إلى الحماية؟

يدافع الاختصاصيون عن نفسهم بزعم أنّ أحد العوائق الرئيسة لأمنها على شبكة الإنترنت يعود إلى تفاوتها الشديد.

يذكر فيسانتي دياز Vicente Diaz قائلًا: "اليوم، تكثر أنظمة التشغيل والبرمجيات المتعلقة بالأجهزة المتصلة بشبكة الإنترنت، وتصعب إدارة هذا التنوع، ولكن بالعودة قليلًا إلى الماضي، واجهت أجهزة الحاسوب والهواتف الذكيّة الأمر نفسه، فلم يبق لديها -في نهاية المطاف- سوى ثلاثة أو أربعة أنظمة تشغيل. ستسلك الأجهزة المتّصلة بشبكة الإنترنت على الأرجح المسار نفسه وسنصل إلى بيئة يمكننا أن نديرها بسهولة أكبر. إنّه موضوع نعمل عليه".

ربما يفسّر عدد الاعتداءات القليل نسبيًّا الذي يستهدف هذه الأنواع من الآلات أيضًا سرّ عدم تأصل حمايتها في مساعي المؤسّسات التي تسوقها.

يماثل فيسانتي دياز قائلًا: "سُجلت بالفعل اعتداءات من الثلّاجات لكنّها ليست شائعة" ويضيف باري شتيمان Barry Shteiman قائلًا: "في عالم الحماية، تصل تقنيات أمن المعلومات دائمًا بعد المشكلات. القراصنة أسرع منّا" إلّا أنّ بعض المصنّعين بدأوا يدركون حجم الخطر، وبخاصة في حقل الأجهزة المتصلة بشبكة الإنترنت المحترفة.

يشرح ذلك أوليفييه بوزي Olivier Pauzet، عند سييرا وايرلس (Sierra Wireless)، صانع الوحدات الموصلة التي جهزت بها مركبات (PSA) المزوّدة بمكالمة الطوارئ التلقائيّة في حال وقوع حادث، وأيضًا إبريق القهوة نيسبريسو (Nespresso) المتّصل بشبكة الإنترنت بالنسبة إلى المحترفين: "البيانات المنقولة على الشبكة الخليويّة مشفرة تلقائيًّا. كما نستعمل آليّات تضمن لنا أنّ البرنامج الذي "يدور" في الجهاز هو برنامج أصلي وليس مؤذيًا، ونعمل -أيضًا- على تحديث بروتوكولات أمن المعلومات لدينا لئلا يتم اختراقها.

نستعمل كذلك مفاتيح تعريف لنتأكّد من أنّها الوحدة المتواصلة الصحيحة التي "تتكلّم" مع الخادم المناسب، وفي حال اكتفينا بحماية الجهاز دون حماية البيانات أثناء نقلها أو تخزينها في مركز ما، فلا تجدي حماية الجهاز نفعًا".

عروض يبدو أنّها تثبت فعاليتها. يقول الاختصاصي محدّدًا: "نشكّ في محاولات اختراق لبعض الوحدات، لكن حتى الآن، لم يؤدّ أيّ اختراق منها إلى فقدان بيانات".

في حال العدّاد المتصل التابع لشركة توزيع الكهرباء الفرنسيّة، تم الاحتراز بالطريقة نفسها. تفصّل هانا بسير Hannah Besser الناطقة باسم مشروع لينكي لدى شركة توزيع الكهرباء الفرنسية قائلة: "تُشفّر البيانات حالما تخرج من العدّاد. مرّة في اليوم، تُرسل أولًا بوساطة اتّصال عبر الخطوط الكهربائيّة (صلة تستعمل الكابلات الكهربائية) إلى مكثف يدير مجموعة من العدادات. بعد ذلك -وفيما لا تزال

أجهزة بمدة حياة أقصر

فضلًا عن سهولة اختراقها من قبل قراصنة المعلوماتية، فإنّ السيارات والغسالات، والثلاجات، والشاشات المنبسطة وغيرها من أواني الضغط المتّصلة بشبكة الإنترنت هي ذات مدّة حياة أقصر. يقلّص تزويد التجهيزات بوحدات الحاسب الآلي بدلًا من الأزرار التي تستعمل عادة لتشغيل الأجهزة المصممة لتدوم سنوات عدة وإطفائها وضبطها، بنسبة سنتين تقريبًا دورة حياتها في حال الهواتف الذكية، وبعد سنتين من ذلك لا يعود تحديث البرمجيات الضروري متوفرًا في أغلب الأحيان، إلّا أنّها هي التي تضمن التلاؤم بين الأجهزة والخوادم الجديدة (مثل معيار لقطات فيديو جديدة بالنسبة إلى تلفزيون ذكي)، وإصلاح الأخطاء غير المتجليّة في الأساس، والبرمجيات المضادّة للفيروسات... إنّ تأمين سنوات طويلة من تحديث الجزء "الذكي" لمنتجاتهم، يفرض تكاليف جديدة على المصنّعين، ويبقى أمامهم خياران: إمّا عدم تولّي التحديث، ما يجبر زبائنهم على شراء منتجات جديدة، أو ضمان التحديثات الأساسية ولكن بمقابل.



INTERNET CENSUS 2012 - DR

البيانات مشفّرة– ترسل عبر خدمة بثّ الرّزم العامة أو (GPRS) (الشبكة الخليوية) إلى نظام معلومات مركزي مزود بحماية عالية المستوى".

الردود الأولى

بحسب توصية اللّجنة الوطنيّة للمعلوماتيّة والحريّات (Cnil)، لن يقلّ تواتر الكشف على العدادات عن ١٠ دقائق، بشرط موافقة الشخص المعني. تشكّل هذه الأمثلة القويّة استثناء في عالم إنترنت الأشياء الواسع.

يعترف باري شتيمان قائلًا: "يدرك بعض المصنّعين الخطر، ولكن لا يزال الموضوع حديثًا فلا تحظى هذه المشكلة بما يكفي من الاعتبار".

يذكر غويندال لوغران Gwendal Le Grand مدير التقنيات والابتكارات في اللّجنة الوطنيّة للمعلوماتيّة والحريّات (Cnil) قائلًا: "على المؤسسات أن تتّخذ مبدئيًّا كلّ الاحتياطات لحماية أمن البيانات، بالوسائل المناسبة لطبيعتها. لكن المصنعين يركّزون اهتمامهم –في الغالب– على استقلاليّة وخفّة وسعر بيع الجهاز، وليس على أمنه".

في عالم الابتكارات التقنيّة، يبيّن التاريخ أنّ علينا انتظار حادث تاريخي على الأغلب، لينمو الوعي ويعود الأمن ليتصدّر الأولويّات. ربما ترسم الثلّاجة المرسلة للبريد الإلكتروني المخادع، ابتسامة على شفتينا في الوقت الراهن، إلّا أنّ الأضرار القادمة الخاصّة بالأجهزة المتّصلة بشبكة الإنترنت ستكون أقل فكاهةً.

٨ ملايين الأجهزة غير المحميّة

في العام ٢٠١٢، "مسح" قرصان نشاط الإنترنت العالمي بحثًا عن أجهزة متصلة بشبكة الإنترنت غير محميّة (الكثافة الأقوى معلّمة بالأحمر) فجدول مئات الملايين منها، وبخاصّة الشخصيّة، التي لم يغير مستخدموها رمز الدخول الذي أُعطي لها افتراضيًا.

حالة تركيب برنامج خبيث

فجأة، التحكّم بالسيارة عن بعد

في مارس ٢٠١١، أثبت فريق في جامعة كاليفورنيا، في سان دييغو، أنّه يمكن السيطرة على مركبة عن بعد (نموذج شائع لم يتم الكشف عن علامته التجارية). يفصّل ستيفان سافاج Stefan Savage أحد القائمين بتلك الدراسة قائلًا: "تظهر دراستنا أنّه من الممكن القيام باعتداء من خلال شبكة المركبة الخليويّة أو صلاتها بلوتوث. في تقدير تقريبي، تشكّل كلّ قناة متّصلة بنظام مركبة إلكتروني –مثل الواي فاي أو الدخول من دون مفتاح– نقطة دخول محتملة". حالما خلا النظام من كلّ الحماية القسرية، تمكن الباحثون من تركيب برنامج خبيث عليه والسيطرة عن بُعد على وظائف عدّة للسيّارة، كفتح الأبواب أو تشغيل المحرّك.

*** للاستزادة**

لمراجعة فهرس للأشياء المتّصلة بشبكة الإنترنت، خريطة الأجهزة المتصلة بشبكة الإنترنت من دون حماية، ومحرّك البحث المختص شودان، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

(1) OBJETS CONNECTÉS TOUS PIRATABLES!, Science & Vie 1163, P 98-105
(2) Pierre-Yves Bocquet

الحوادث

ماذا لو...

ماذا لو تعرّضت فرنسا لحادث نوويّ هائل؟ فرضيّة مخيفة لكنّها محتملة، بل إنّها متوقّعة، وتصفها سيناريوهات الخبراء بدقّة متنامية، من فقدان السيطرة على مفاعل عند صيانته، مرورًا بالسنوات التي تتخلّلها، وصولًا إلى الإسقاطات الإشعاعيّة. الجدير بالذكر أنّ السلطات المحليّة هي التي طالبت بهذه التقارير، فهي ترسم بوضوح ما ستؤول إليه الحياة في فرنسا بعد الكارثة. طرحنا أسئلة على أرفع المسؤولين في الإدارة وتقنيي السلطات النوويّة وخبراء تدخّلوا في تشرنوبيل أو فوكوشيما بغية التدقيق في المخطّط الإجمالي الرسمي، وتقديره وإكماله. كما قمنا بجولة أيضًا في الأراضي اليابانيّة الملوّثة بعد ثلاث سنوات من الكارثة. تظهر الصفحات الآتية اللّحظات الحاسمة التي لا تزال حاليًّا مجرّد خيال، بالقدر المستطاع من الواقعيّة.

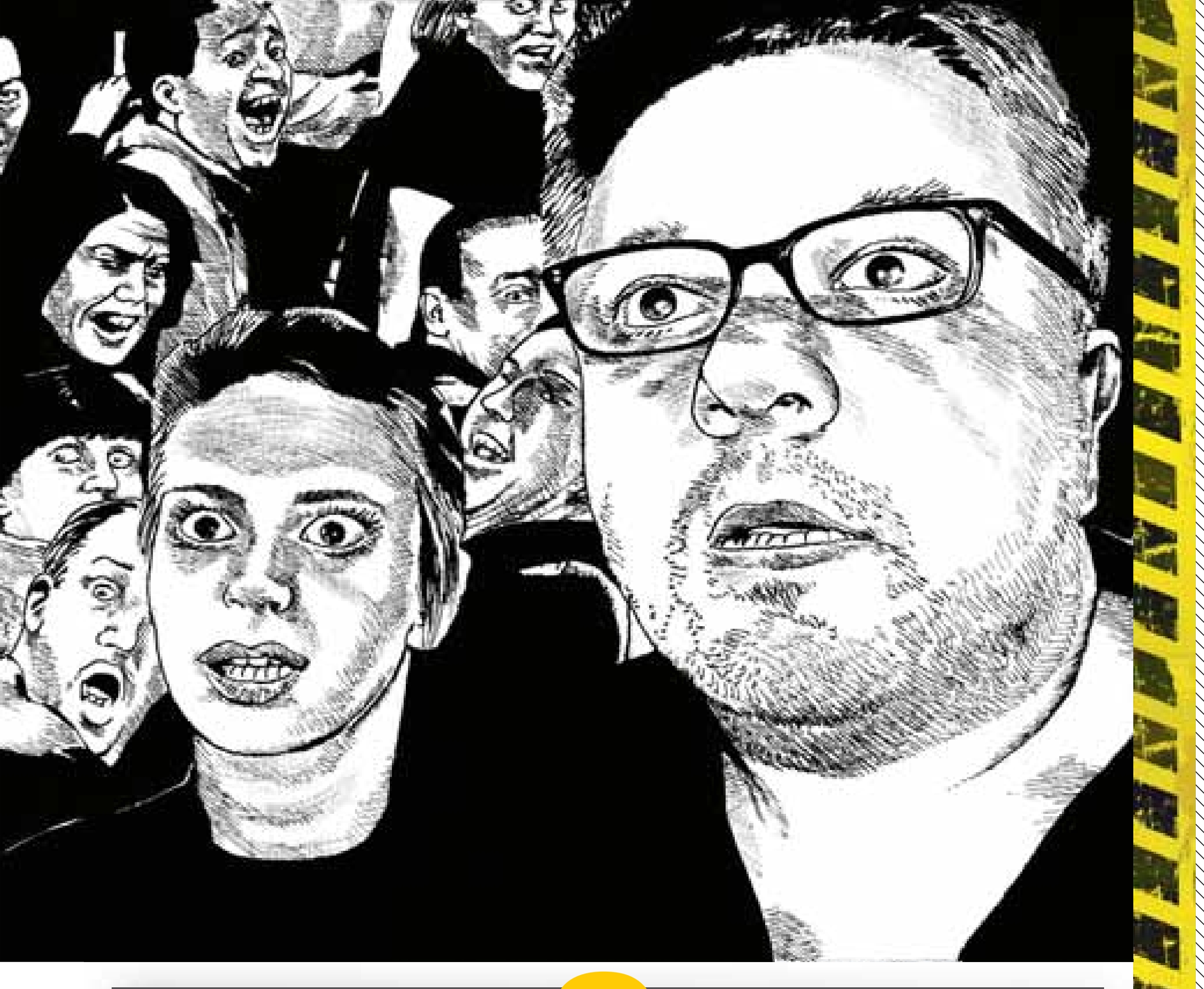
FOTOLIA

النووية

كيف تستعدّ فرنسا لمواجهتها[1]

الخطر النووي ممكن؟ أجل، من المحتمل أن نفقد السيطرة على محطّة، وأن تلوّث غيمة إشعاعيّة النشاط المدن والأراضي والسكان. منذ فوكوشيما، لم يعد بوسع السلطات الفرنسيّة أن تتجاهل تلك النظريّة التي اعتبرت محظورة وقتًا طويلاً، وعليها أن تستعد للحالة لامتناهية التعقيد التي ينطوي عليها سيناريو من هذا النوع. كيف نحذّر السكان، ونحميهم ونجليهم؟ من سيأتي لإعادة الاستقرار إلى المحطة؟ أمن الممكن أن نعود يومًا إلى المنطقة المشعّة؟ إليكم الإجابات الأولى عن الأسئلة التي لم يجرؤ أحد على طرحها حتى الآن.

بقلم: فينسانت نوريغات[2] رسومات: فريديريك باجاك[3]



هل نحن واثقون بأن الإنذار سيصل إلى مسامع الجميع؟

في حال تعرض مفاعل نووي فرنسي لحادث خطير، تنطلق صفارات الإنذار في ذلك الموقع النووي. تميّز المناطق المجاورة تلك الأصوات الثلاثة الهدّارة التي تدوم دقيقة واحدى وأربعين ثانية، تقطعها خمس ثوانٍ من السكوت. لكن الجميع لن يسمع هذه الإشارة بالضرورة! فالمساكن العصرية في الواقع كاتمة للأصوات.

منذ العام ٢٠٠٩، وضعت شركة كهرباء فرنسا نظامًا آليًا للاتصال على الهواتف الثابتة في شعاع كيلومترين حول كلّ محطة. كيلومتران فقط؟ تسوّغ كاثرين غينون Catherine Guénon، من الإدارة العامة للأمن المدني وإدارة الأزمات في وزارة الداخلية المسألة قائلة: "تُطبق هذه الإجراءات في المحيط الصغير للخطر المباشر، ونسعى حاليًا لربط ذلك الإنذار بحوض الخطر النووي بأكمله، باستعمال صفّارات الدولة ودور البلدية وغيرها من المواقع الصناعية، وأيضًا بوساطة إرسال رسائل قصيرة أو استعمال اللّوحات على الطرق العامة المتغيرة التبليغات أيضًا" ومن المتوقع أن يبدأ تحديث نظام الإنذار الوطني الضروري حوالي العام ٢٠١٩.

التصرّف الصحيح حال وقوع إنذار

تحرّر إدارة المحافظات منشورات تلخص التعليمات التي ينبغي اعتمادها عند انطلاق الإنذار. أي في الأساس: الاحتماء في مكان مغلق (باستثناء المركبات) ومتابعة الأخبار (فرانس بلو، فرانس ٣). في المقابل، من بين الأخطاء التي لا ينبغي ارتكابها: الذهاب لإحضار الأطفال من المدرسة، مثلًا. ولكن يتعيّن الاطّلاع على تلك الوثائق محصورة الانتشار...



هل سيتوفر ما يكفي من أقراص اليود؟

سؤال حاسم: إنّ الانبعاثات الأولى من مفاعل متضرر تكون مشبعة باليود ١٣١، وهو غاز ذو نشاط إشعاعي بالغ تسبّب بـ٧ آلاف حالة من سرطان الغدّة الدرقيّة لدى أطفال تشرنوبيل، وهي مجموعة حسّاسة للغاية من السكّان لم تحظى بأقراص اليود الثابتة القادرة على حماية ذلك العضو.

في فرنسا، ادّخرت صيدلية القوى المسلحة المركزية مخزونًا كبيرًا من أكثر من ١١٠ ملايين جرعة. بيد أنّ توزيعه ربّما يثير مشكلات، وقد وزّعت المحافظة -بالفعل- على منازل السكّان القاطنين على مسافة تقل عن ١٠ كم من المحطات، علبة من الأقراص. لكنّ ذلك لا ينطبق على ما وراء المحيط الإداري للغاية، ويتأسّف على ذلك جان رينيه جوردان Jean-René Jourdain، وهو مساعد في إدارة حماية الإنسان في معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) قائلًا: "في كلّ مقاطعة، يختار المحافظ مكان التخزين، وقد يختار الصيدليات أو المدارس أو دور البلديات ما يؤدّي إلى تفاوت كبير وعجز في تحديد مكان تخزينها في حالات الطوارئ، والتسبّب في فوضى عارمة".

ثمّة نقطة أخرى يوضحها جان رينيه جوردان: "تخصّص السياسة الفرنسيّة جرعة واحدة من اليود، تكرّر مرّة واحدة في نهاية المطاف في حال كان الإجلاء مستحيلًا، إلّا أنّ الانبعاثات دامت ١٢ يومًا في فوكوشيما. لذا نجري دراسات اختباريّة لتحديد الأخطار المحتملة المرتبطة بتناول متكرّر للأقراص، علمًا بأنّ تأثيراتها الجانبيّة الممكنة هي اختلال في إنتاج هرمونات الغدد الدرقية أو اضطرابات في القلب والشرايين عند الأشخاص الذين تجاوزوا الـ ٤٥ من العمر". وهي أخطار لا ينبغي تجاهلها.

كيف سيتم إجلاء السكان؟

التحدّي كبير. فعلى الرغم من حرص شركة كهرباء فرنسا في السبعينيّات وتشييدها محطاتها بعيدًا عن المدن الكبرى، فإنّ التمدّن السريع غيّر ما كان مخطّطًا له. أمثلة عن ذلك؟ يعيش أكثر من ٧٠ ألف شخص اليوم في شعاع لا يتعدى الـ١٠ كيلومترات حول موقع غرافلين (الشمال)، وأكثر من ٨٠٠ ألف شخص يقطنون بلا شكّ على مسافة تقل عن ٣٠ كم من مفاعلي فيسينهايم (رين العليا).

تشير كاثرين غينون Catherine Guénon المسؤولة عن السلامة المدنية في وزارة الداخلية إلى ذلك قائلة: "من الصعب للغاية أن نتّخذ قرارًا بنقل جماعات كبيرة من السكان. ينبغي تقدير حجم الفائدة والخطر قبل القيام بعملية من هذا النوع".

في فرنسا، يصبح الإجلاء مسوّغًا عندما يواجه السكان خطر تلقي ٥٠ مليسيفرت (mSv) – إذ لا ينبغي أن تتعدّى جرعة عامل في الميدان النووي الـ ٢٠ مليسيفرت في السنة، إلّا أنّ المساعد في مديرية حماية الإنسان في معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN) جان رينيه جوردان يحذّر قائلًا: "ينجم الإجلاء غير المنظّم عن وفيات، سواء بمقتل مرضى في المستشفيات أو أشخاص متقدّمين في السّن في دور العجزة" وقد يدوم انقطاع العلاج والإنهاك والتوتر وضيق مراكز الاستقبال، فضلًا عن مغادرة المنزل إلى الأبد. تقدّر دراسة يابانية –ينبغي تأكيد صحتها– نتيجة الإجلاء الفوضوي من فوكوشيما بـ١٢٠٠ ضحية تقريبًا!

وفرنسا ليست جاهزة. فقد رسم مخطط منطقة التدخل في البداية على أساس حوادث معتدلة الخطورة. النتيجة: لا يتعدّى الـ ١٠ كيلومترات، وينذر جان لوك غودي Jean Luc Godet من سلطة السلامة النووية ASN أنه: "خارج هذه المنطقة، لا يكون استعداد السكان في المستوى نفسه" إلّا أنّ كارثة فوكوشيما أوجبت إخلاء مناطق تقع على بعد ٥٠ كم من المحطة، وهذا يعني أنّ مدنًا مثل: ليون، بوردو، أورليان، سانت إيتيان، مولهوس، كولمار، شيربورغ، كالي أو دانكيرك ربما تكون عرضة للإخلاء بأمر من المحافظ.

يبقى أن نعرف وجهة الهروب...

تكشف كاثرين غينون قائلة: "أعادوا التفكير في محيط الكيلومترات العشرة في فوكوشيما وتحدّد الدولة الآن سياستها لإجلاء الحشود". يعكف خبراء في الأمن المدني على التفاصيل العمليّة مثل وضع بعض محاور الشوارع في اتجاه واحد، ولم شمل الأسر المشتتة، ومعرفة الأغراض التي ينبغي أخذها، وتسجيل الحضور في قطاع السجون، ودور العجزة، والمستشفيات.

ممتاز، إلّا أنّ الحادث النووي ليس أزمة كالأزمات الأخرى.

من جهة، تشرح كاثرين غينون: "قد نجد صعوبة في إقناع بعض الأشخاص بالرحيل لأنّ الخطر على الصحّة ليس آنيا. بعكس تصدع سدّ أو إزالة ألغام من منجم من الحرب العالميّة الثانية: ينبغي القيام بجهود تربوية، وتظهر لنا تجربتنا أنّه من الممكن التأثير في السكان من خلال طلب توقيع إبراء منهم، قبل اللّجوء إلى القوة، ورجال القانون درسوا المسألة".

من جهة أخرى، يثير الخطر الإشعاعي غير المرئي القلق المريع: من الـ١٦٠ ألف نسمة الذين تم إجلاؤهم من فوكوشيما، فرّ ٦٠ ألفًا تلقائيًا، دون تلقّي أي أمر بالإخلاء. يقول جان لوك غودي: "يغادر كثيرون بمبادرة شخصية منهم" وهذا يغذّي الفوضى، وتحلل كاثرين غينون قائلة: "لا يمكننا أن نمنع هذه الظاهرة. يقوم الرهان على متابعتها بأفضل الطرق الممكنة". ثم تضيف قلقة: "الكوارث النوويّة تثير خوفًا شديدًا، على نحو لاعقلاني أحيانًا، الأمر الذي يحملنا على التفكير مليًّا في قدرتنا على تجنيد سائقي الحافلات الضروريين لنقل المنكوبين".

لكن تعقيد تداعيات أزمة نوويّة يتوقّف أيضًا على التقلّبات المناخيّة، التي تحدّد بدورها انتشار الغيمة الإشعاعيّة النشاط. استمرت انبعاثات فوكوشيما ١٢ يومًا، متيحة المجال لارتدادات كثيرة. "عجزت السلطات اليابانية عن الإمساك بزمام الأمور: فقد أصدرت ثمانية أوامر مختلفة بالإبعاد خلال الأشهر الثلاثة الأولى، بحسب ريكو

كارثة تتجاوز الحدود

معضلة نجهل تفاصيلها. لكن: مواقع فيسينهايم وكاتينوم، وشوز وغرافلين أيضًا بقرب الحدود الفرنسيّة، فالحادث الخطير ربّما يهدّد -إذن- مباشرة السكّان البلجيكيين والألمان أو السويسريين أو سكان لوكسمبورغ. الجدير بالذكر أنّه سبق أن أجريت تمارين أزمات مشتركة. لكن المشكلة هي أنّ لكلّ دولة من هذه الدول سياستها الخاصة، وفي هذا السياق، قال بيار فرانك شوفي Pierre Franck Chevet مؤخرًا، وهو رئيس سلطة السلامة النووية: "إنّ معايير إطلاق الحملات لحماية السكّان إمّا بالنسبة إلى الحجز أو توزيع أقراص اليود أو الإجلاء، ليست موحّدة في كلّ مكان. عند وقوع كارثة تشرنوبيل، أتت ردود فعل فرنسا وألمانيا مختلفة. لم تكن الأوامر مترابطة، وما زلنا نواجه المشكلة نفسها حتى الآن". ومن شأن "غيمة فيسينهايم" أن تكون حتى أكبر خطرًا.

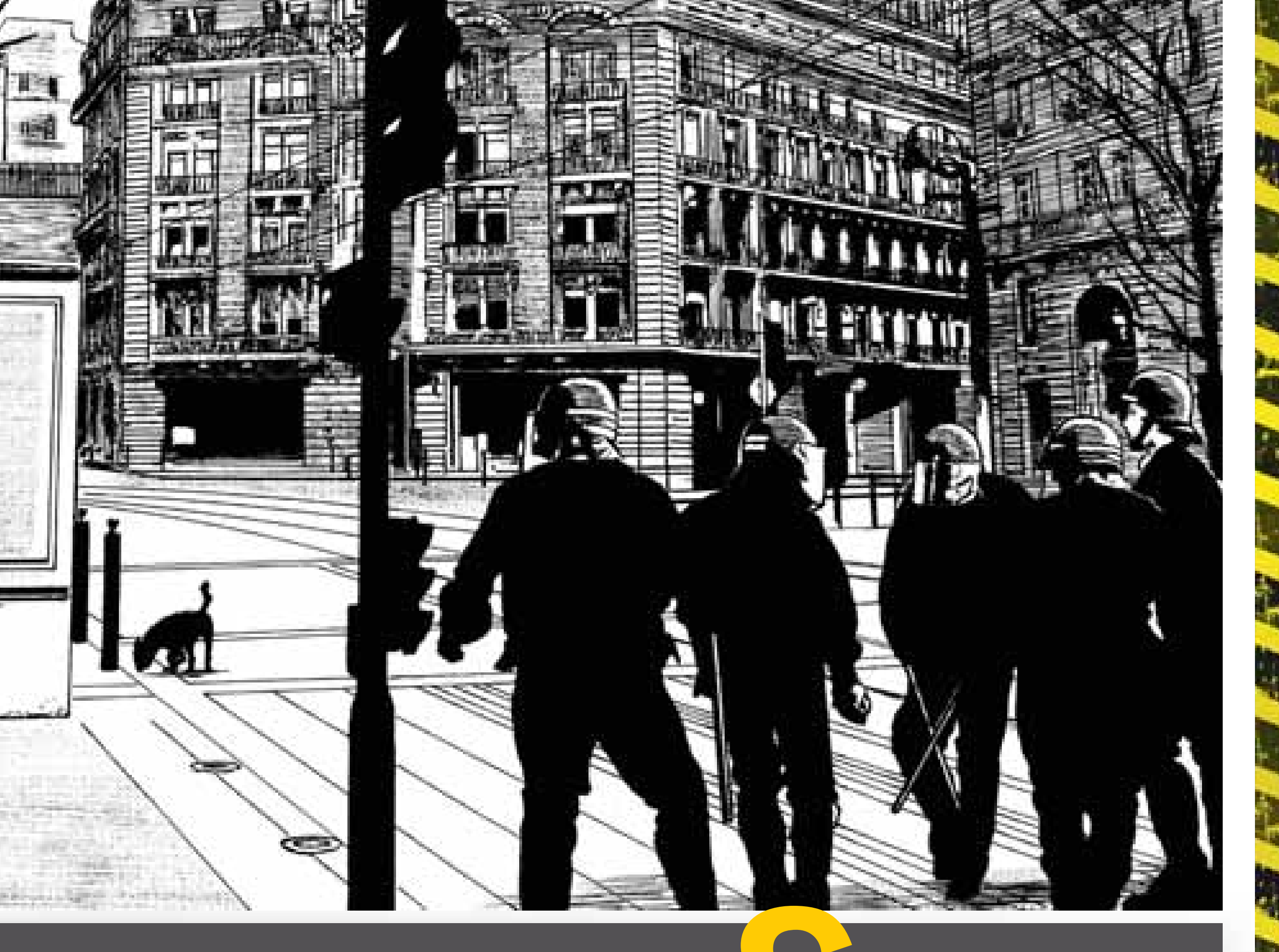
M.KONTENTE

هاسـغاوا Reiko Hasegawa، وهي باحثة في معهد النمو المسـتدام والعلاقات الدولية Iddri. عجزت السـلطات المحليـة عـن توقّـع مسـار الانبعاثات وأخذت تنصح بالاحتماء في مدن مجاورة. عادت الغيمة فلوّثتها لاحقًا!"

يبـدو أنّ فشـلًا ذريعًـا من هـذا النـوع كان متوقّعًـا. في الواقـع، يقـول جـان كريسـتوف غاريـل Jean-Christophe Gariel، المسـؤول عـن المحور البيئـي في معهد الحماية الإشـعاعيّة والسـلامة النوويّـة (IRSN): "بعكس اليابانيين، لدينـا برنامـج عامل قـادر على محاكاة انتشار الانبعاثات، وفقًا للمناخ ومقدار العناصر المشعة، الأمر الذي يسـمح بتوقع الاحتياطات التي ينبغي اتخاذها مسبقًا" ومن ثم معرفة وجهة الهروب!

تجـدر الإشـارة إلى أنّ ثمّة من سـيكون عليه البقاء مكانه على الأرجح، فلا ينبغي -في الواقع- وقف أوجه النشـاط الصناعي على نحو مفاجئ، تجنّبًـا لوقـوع حوادث أخرى. سـتحتاج المصـانع الكيمائيّة والسـدود والمفاعلات المحاذية للوحدة المنصـهرة إلى خبراء تقنيين، وقـد بدأت بالفعل حملة البحث عن متطوعين.





A.BOUISSOU/METL-MEDDE/IRSN

أيّ المناطق ستُحظّر؟

سننتظر القرار بقلق بالغ: أيّ المناطق ستُهجر؟ لم تعتمد السلطات السوفياتية تدابير مؤقتة بعد تشرنوبيل: حظرت ١٠ آلاف كم مربع من الأراضي، حيث تصدر سنويًّا جرعة تزيد على ٥ مليسيفرت.

في هذا السياق، وضعت فرنسا سياسة خاصة بهذه المسألة في العام ٢٠١٢: تعدّ منطقةٌ ما غير قابلة للسكن إذا تجاوزت الأجواء الإشعاعية ١٠ مليسيفرت خلال الشهر التالي لوقوع الحادث، ثم ١٠ مليسيفرت موزعة على الأشهر الاثني عشرة التالية.

ينبغي أن يطبّق القرار سريعًا. يقول جان كريستوف غارييل Jean Christophe Gariel، من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النووية (IRSN): "بعد توقّف الانبعاثات، ينبغي أن ترسم طائرة مزوّدة بأجهزة جاما كاشفة خريطة أولية للتلوّث، قد تغطّي مساحة معادلة لمنطقة فوكوشيما في مدة يوم ونصف اليوم". الجدير بالذكر أنّ هيئة الطاقة الذرية والطاقات المتجددة CEA تحوز على طوافة مختصة للغاية للاستعمال عند الحاجة. أمّا على الأرض، فتجول مركبة رباعية الدفع مجهزة بلواقط، بل للمزيد من الدقّة بعد، يقوم معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN) بحملة واسعة لجمع العينات.

القول أسهل من الفعل، فالجرعات القويّة لا تنحصر بالضرورة في جوار المحطة المحدّد جيّدًا، وينبغي أن تكون خريطة الرواسب أشبه بجلد النمر، حيث تتناسب البقع مع فترات هطول الأمطار، حيث تكفي ٥ مم من الأمطار لتلويث بلدة صغيرة حتى لو كانت تقع على عشرات، بل على مئات الكيلومترات.

من شأن تحديد المنطقة المحظورة أن يكون دقيقًا بقدر تباين مستوى النشاط الإشعاعي من مجموعة منازل إلى أخرى. يقول نوريو كانو Norio Kanno محافظ قرية إيتات، في منطقة فوكوشيما: "هذا يؤدّي إلى تقسيم المدن إلى مناطق عدّة وفق مستويات مختلفة للغاية من التعويض. منذ ذلك التقسيم، يتحاسد المواطنون في منطقتي، ويصرخون مطالبين بالعدل، ويتألمون نفسيًّا" (راجع أيضًا مسألة التعويضات، صفحة ٤١).

المساحة المعنيّة: أكثر من ألف كم مربع

لنكن واضحين: في حال وقوع حادث هائل، ربما تفقد فرنسا أكثر من ألف كم مربع. مساحة محظورة وملوثة. لكن إلى متى؟ يصعب القول. في

فوكوشيما، لا تجيب السلطات بصراحة، وإنّما تتحدّث عن مناطق «ستصعب العودة إليها» ما قد يحكم على السكان المنكوبين بانتظار لا يطاق وغير مجدٍ. وتتّسم الوثائق الرسميّة الفرنسيّة بالقدر نفسه من التحفّظ متكلمة عن «مناطق إبعاد» دون تحديد مدّة زمنيّة.

كما في اليابان، تحذّر كاترين غينون، من وزارة الداخلية قائلة: "ستخضع منطقة الإبعاد المعنية إلى حراسة مشدّدة وستكون مداخلها مراقبة". ويطمئننا بالطبع جان لوك غودي من سلطة السلامة النووية ASN قائلًا: "يمكن للعائلات جمع أثاثها وأغراضها الشخصية". لكن الأسئلة لا تزال كثيرة! مثلًا: ماذا نفعل بمحاور النقل الكبيرة الاستراتيجية، الطرق العامّة وغيرها من خطوط القطار السريع TGV العابرة للمناطق المبعدة؟

كيف نعرف أنّ التلوث أصابنا؟

في الأيام التي تتبع الحادث، يبلغ القلق ذروته. يقول جان رينيه جوردان من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النووية (IRSN): "من الأهميّة بمكان أن نتمكّن من التحكّم بالأشخاص، حيث الأولويّة للنساء الحوامل والأطفال، وهذا لطمأنتهم على الأقل. في قاعدتنا في فيزيني (إيفلين)، تتأهب أربع مخابر متنقلة على شاحنات للانطلاق بين لحظة وأخرى، إلى جانب أربع حاويات قابلة للنقل بوساطة طائرات عسكريّة، مجهّزة بمعدّات كاشفة لإشعاع جاما الذي يصدره الجسم". يسلّم التشخيص إلى المريض بعد خمس دقائق من القياسات.

أمّا عن علماء الأوبئة، فهذه لحظة حاسمة: إذ إنّ عليهم إحصاء عشرات أو مئات الآلاف من الأشخاص المعنيين، من بينهم المارّة في المنطقة عند وقوع الحادث، ويتطلب تقدير تداعيات حادث نووي أكثر من ثلاثين سنة من متابعة حشود غفيرة من المتطوعين. لكن الجميع لا يمكن فحصه على الأرجح. يُعلمنا جان رينيه جوردان: "فكرنا في حبكة استطلاع ستُرسل إلى سكان المنطقة التي تعرضت للحادث (أين كنتم خلال مرحلة الانبعاث؟ ماذا أكلتم؟)، لنحسب الجرعة التي تلقاها كلّ واحد منكم".

يكمل فيليب بيرار Philippe Pirard من المعهد الوطني للمراقبة الصحية قائلًا: "تظهر التجربة أنّه كلما كان جمع المعلومات سريعًا، تكوّنت فكرة دقيقة عن التأثير الصحي الحقيقي، وهذه الدقة هي مفتاح تجنّب انتشار لاحق لشائعات لا أساس لها". فضلًا -بالتأكيد- عن رعاية الأشخاص الذين تعرّضوا للتلوث.



الاقتفاء الصعب لأثر العناصر المشعة

تستعد مختبرات التحليل لسباق مع الزمن. يحدّد جان رينيه جوردان من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النووية (IRSN) قائلًا: "تصبح بعض العناصر المشعّة قصيرة الأجل مثل اليود ١٣١ أو التلور ١٣٢ غير قابلة للكشف في جسم الإنسان بعد بضعة أسابيع" ويطرح تحليل التربة سؤالًا آخر أيضًا: تركيب المعدات بطريقة صعبة تقنيًا على الأرض، نقل عشرات الآلاف من النماذج الإشعاعية النشاط، فضلًا عن أنّ الكشف عن البلوتونيوم الذي يصعب قياس إشعاع ألفا فيه، يتطلّب أيّامًا عدّة من التحاليل.

من سيأتي لإعادة الاستقرار إلى المحطة؟

يذكر الجميع «كاميكاز» فوكوشيما، أولئك الإطفائيون والتقنيون الذين هرعوا إلى المفاعلات المنصهرة بمزيج من البطولة والارتجال الكلّي. منذ تلك الحادثة، بدأت شركة كهرباء فرنسا بتشكيل قوّة تدخل نوويّة سريعة مهمّتها تأمين المساعدة بحزم في أقل من ٢٤ ساعة لموظفي مواقعها النوويّة في حال وقوع حادث.

بحسب شرح شركة كهرباء فرنسا، يبدو سيناريو تدخل هؤلاء الاختصاصيين المتطوّعين منظّمًا بدقّة: عند أدنى إنذار، يأتي فريق استطلاع مؤلّف من أربعة أشخاص لتقويم الوضع، ويتبعه ستّون شخصًا تقريبًا، إلى جانب المعدّات الضرورية لضخّ المياه والكهرباء (مجموعات المولّدات، والمضخّات...). مهامهم: تبريد الوقود، تجنّب تهيّج التفاعل النووي، ضمان احتواء العناصر المشعة داخل المحطة قدر المستطاع.

حتى الساعة، لم تثبت سلطات السلامة صلاحية الإجراءات التي لا تزال في مراحلها الأولية، وتسود الشكوك إزاء إمكانية التدخل الفعال في حال تشقق الأسوار المحيطة في أحد المفاعلات. هذا في الوقت الذي لا تزال فيه الروبوتات والطائرات من دون طيار غير مفيدة في ظروف مريعة من هذا النوع.

يكمن السؤال في معرفة مقدار الجرعات الذي سيتلقاها عملاء شركة كهرباء فرنسا الشجعان. يحدّد جان رينيه جوردان من معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN) قائلًا: "يحدّد قانون الصحة العامّة سقفًا لهؤلاء «المتدخلين في حالة الطوارئ الإشعاعية»، وقد ترفع حتى ٣٠٠ مليسيفرت عندما تكون حياة الأفراد في خطر". جرعة نقارنها بالحدّ السنوي البالغ ٢٠ مليسيفرت المفروض على العمال في المجال النووي، علمًا بأنّ الحالات السرطانيّة تبدأ

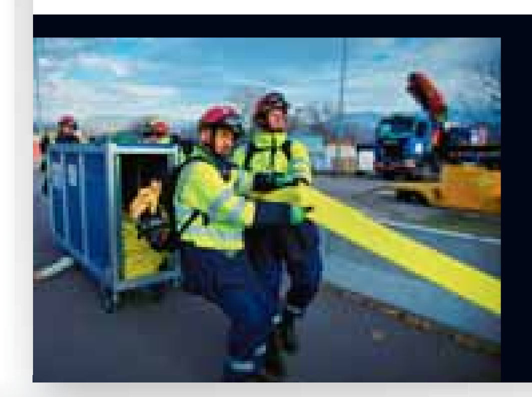
٣٠٠ «مسعف مختص بتداعيات الكوارث النووية» في فرنسا

قريبًا سيصبح ٣٠٠ موظف في شركة كهرباء فرنسا معدًا للتدخّل في حال وقوع حادث: إنّهم متطوّعون تم انتقاؤهم لخبرتهم في الموقع. فضلًا عن أعمالهم العادية في المحطات الفرنسية، يخضع هؤلاء "المسعفون" لعشرين أسبوعًا من التدريب سنويًا.



L.VAUTRIN/EDF

بالظهور ابتداء من ١٠٠ مليسيفرت على الأقل، فضلًا عن أخطار الإصابة باعتمام عدسة العين. إذًا لا يمكن لفرنسا النوويّة أن تتخلّى عن جيش من الأبطال.



هل ينبغي التخلّي عن مواشي المنطقة المحظورة؟

في خضم المأساة البشرية، قد يبدو الاهتمام بصحة العجول والأبقار والخنازير والخراف والدواجن غير لائق على الإطلاق، ولكن السلطات تنظر إلى الموضوع بعين جادّة، لأنّها تفكر في الخسائر الفادحة التي سيتكبّدها المزارعون.

من هذا المنطلق، سيُسمح للمربين بدخول المنطقة المحظورة لإحضار الطعام والماء وتأمين العلاج والمساندة في حالات النتاج، أمّا الحالة الأكثر حساسية فتتعلق بالأبقار الحلوب التي تعاني في حال مرّ يوم على عدم حلبها، فتهيج وتحاول أحيانًا الإفلات. فكروا في محطة بوجي Bugey (أين Ain) فهي محاطة من الجهات كلّها على مسافة ٤٠ كم بـ ٧٣٩ مزرعة للألبان. يشرح دافيد بروك David Brouque وهو اختصاصي في التلوث في وزارة الزراعة قائلًا: "تتلخّص الفكرة المقترحة في حلب تلك الأبقار تدريجيًا، وطرح حليبها الملوث في حفر سماد لنشره لاحقًا في حقول إشعاعيّة النشاط" ويكمل الخبير قائلًا: "في حال الضرورة، يمكن نقل بعض المواشي النادرة جينيًّا أوّلًا خارج المنطقة لحمايتها بصورة أفضل". عند تأمين الغذاء الصحي لتلك الحيوانات، تستعيد قيمتها الثمينة بسرعة.

لكن يتعيّن علينا توقّع الأسوأ أيضًا: سبق أن نوقشت التفاصيل الخاصة بذبح جماعي كريه (١٢٠ بقرة في الساعة في مزرعة واحدة) أيضًا، إلى جانب معالجة الجيف بالكلس. كما في أسوأ أوقات أزمة جنون البقر.

هل يمكن حقًا الوثوق بالمعلومات الرسميّة؟

إنّها عملية تتوقعها السلطات. تقول كريستين فاسيرت Christine Fassert وهي عالمة الاجتماع في معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN): "ظل تشرنوبيل لا زال يخيّم على مصداقيّة خطابات خبرائنا النوويّين حتى بعد ٢٨ سنة من وقوع الكارثة".

حينذاك، نشرت مصلحة الحماية المركزية من الإشعاعات التي تحمل اسمًا لا يناسبها والتابعة للبروفسور بيلرين Pellerin، بيانات مشوّشة وفي الوقت نفسه غير مكتملة ومطمئنة على نحو مفرط. يتذكر رولان ديبورد Roland Desbordes، رئيس هيئة الأبحاث والمعلومات المستقلة حول النشاط الإشعاعي (Criirad) قائلًا: "أنكر خبراؤها إنكارًا شديدًا تدابيرنا حول تداعيات النشاط الإشعاعي على فرنسا، وهي خريطة ظهر لاحقًا بأنها صحيحة". تغيّرت الأعراف. منذ العام ٢٠٠٦، تتحكّم وحدة إدارية مستقلّة تدعى سلطة السلامة النوويّة ASN بالطّاقة النوويّة الفرنسيّة بمساعدة معهد تقني هو معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) ويجمع ١٨٠٠ باحث يتميزون بفكر ناقد مثبت للغاية. مع أنّ بعضهم يشكّون في ما سيتمتعون به من حريّة كلام حال حدوث مثل هذا السيناريو في فرنسا.

لمواجهة العجز الصارخ في الخبراء اليابانيين، أسّس المواطنون في فوكوشيما مراكز قياس للنشاط الإشعاعي. تقول كريستين فاسيرت Christine Fassert "إنّ وجود خبرة مضادة سيشكّل عنصرًا محرّكًا للثقة" ويقرّ جان لوك غودي Jean Luc Godet من سلطة السلامة النووية ASN قائلًا: "إنّنا ندرك جيّدًا أهميّة تعدّد مصادر القياس".

على الرغم من ذلك: في زمن الإنترنت وشبكات التواصل الاجتماعي، تفنّد كلّ الخطابات الرسميّة حال صدورها.

النظر في اللّجوء إلى المساعدة من المواطنين

بعد الاطّلاع على كارثة فوكوشيما بدقّة، دمج عدد من مصنّعي الهواتف الذكية عدّاد غيجر Geiger في هواتفهم (لقياس النشاط الإشعاعي). يقول جان كريستوف غاريال Jean Christophe Gariel من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN): "نقوّم حاليًا دقة التطبيقات على نطاق الجمهور الواسع. قد تكون تلك التدابير المدنيّة مفيدة لنا في حال نشوب أزمة، لإكمال معرفتنا بالواقع الإشعاعي."



كيف ستكون تداعيات الكارثة على المناطق الواقعة وراء

يتنهّد جان كريستوف غارييل Jean Christophe Gariel، الباحث في معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN) قائلًا: "لا جدوى من الإخفاء: ثمة مرحلة سابقة ومرحلة لاحقة". حول المنطقة المحظورة، ينوي المسؤولون الفرنسيّون في الأشهر الأولى على الأقل، تحديد قطاعين مميزين: «منطقة حماية المجموعات السكانية» ZPP وأبعد منها، «منطقة مراقبة الأراضي» ZST. مناطق رماديّة، ونظرًا للجرعة المحيطة في الأجواء، من الممكن السكن فيها والعمل والتنقّل بحرية، الأمر الذي سيستدعي بعض الأعمال وبخاصّة تعليمات صارمة .

يقول جان لوك غودي من سلطة السلامة النووية ASN: "في المدن والقرى، ينبغي تقليم الأشجار، واقتلاع الزهور والأجمات، واستبدال رمال ملاعب الأطفال، وتزفيت بعض الأراضي في حال الضرورة، وينبغي -تحديدًا- تنظيف المباني والواجهات والأسطح بأسرع وقت ممكن منعًا لالتصاق النشاط الإشعاعي عليها".

فكّر رجال إطفاء في هذه المشكلة. يقول المقدم جيروم جيربو Jérôme Gerbeaux من مصلحة المقاطعة للحرائق والنجدة في فيان Vienne حيث تقع محطة سيفو Civaux: "لا تبدو خراطيم المياه مناسبة لعمليّة التنظيف الكبرى هذه. ينبغي الاتصال بكل الاختصاصيين بتنظيف الواجهات وترميمها، والتخطيط لحملات ضخمة تتجدّد من شهر إلى شهرين".

أمّا جان لوك غودي فيهون قائلًا: "تبقى ملابس المسؤولين عن التنظيف الحامية متواضعة نظرًا للجرعات الخفيفة في الأجواء. بيْد أنه سيكون لرؤية رجال يرتدون بدلات كاملة أثر نفسي كارثي على السكان...".

تتجلّى هنا الإرادة بوضوح: ينبغي أن تفتح مراكز البريد والبلديات والمدارس أبوابها بأسرع وقت ممكن بعد الأزمة، وتبقى المتاجر الكبرى والصيدليات في نشاط حيوي. باختصار، على الحياة أن تستمر.

صعوبة العيش في المناطق البينية

يقول دافيد بروك David Brouque من الإدارة العامّة للغذاء في وزارة الزراعة: "يكمن التحدّي الأساسي في تجنّب التلوّث الداخلي لهؤلاء السكّان، بتجنيبهم ابتلاع أي طعام ملوث". في منطقة حماية السكان، الأقرب إلى المنطقة الملعونة، يعلن عن حظر واضح وبسيط على السلع المنتجة محليًا في الشهر الأول على الأقل: الخضار، الفاكهة، الحبوب، الحليب، اللحم، العسل وما شابه. لأنّ المزروعات ربّما تكون تعرّضت -ولو بشكل خفيف- للعناصر المشعّة، وقد تكون الحيوانات قد رعت العشب الإشعاعي النشاط، ويقول فيليب رونو Philippe Renaud، رئيس مختبر الدراسات الإشعاعية البيئية في معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN): "تتوقّف درجة التلوّث على مساحة الأوراق تحديدًا، من ثمّ على تاريخ الحادث، في فوكوشيما، في مارس ٢٠١١، التقطت النباتات التي كانت لا تزال متفتحة قليلًا، كميّة صغيرة للغاية من العناصر المشعّة، فيصبح الانتقال أقلّ شدّة إلى الجذور بحسب طبيعة التربة".

ستكون أوامر محافظ المقاطعة صارمة للغاية مع حجز المزارع ومتابعة دقيقة لا ترحم للمنتجات على طول شبكات التوزيع، وصولًا إلى أصحاب المطاعم، وستحظر منتجات بساتين الخضار أيضًا. يقول دافيد بروك مقرًا: "باستثناء الخضار والفاكهة المزروعة في الدفيئات" وسيخضع كلّ شيء للمراقبة بحسب الطريقة التي لا تزال معتمدة حتى اليوم بعد كارثة تشرنوبيل.

هذا ليس كل شيء. ستحظر أيضًا الأخشاب المحليّة المخصّصة للتدفئة، وتمنع حركة المنتجات المصنعة، وفي الغابة، سيؤمر بتفادي الطرائد

INRA

المنطقة المحظورة؟

والتوت والفطر تمامًا طوال سنوات عدّة. يحذر جان كريستوف غاريل Jean-Christophe Gariel من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) قائلًا: "حالما يسقط السيزيوم الذي تعترضه الأوراق مجدّدًا، يسهل تسربه في تربة الغابة، فيعود ويتركز في قلب الفطر" وهكذا يصل التلوّث إلى ذروته في الخنازير البريّة، وهي حيوانات نقابة. على أية حال، سيُمنع دخول الغابات بالتأكيد.

من جهة أخرى، يصرّ جان لوك غودي على الآتي: "لن نواجه صعوبات فيما يخصّ مياه الشّرب، لأنّ المياه الجوفيّة تبقى آمنة من التلوث بالسيزيوم، وينبغي أن يتولّى محافظ المقاطعة منع استعمال المياه من الينابيع السطحية، وبالتأكيد أتوقّع تحفظات...".

في الواقع، تظهر التجربة أنّ الحياة في هذه المناطق البينية بالغة الصعوبة. تحلّل كريستين فاسيرت من مختبر العلوم الإنسانية والاجتماعية في معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) قائلة: "الرسالة ملتبسة: المضي بحياة طبيعية لكن احترسوا مع ذلك. يصبح الناس مسؤولين عن أخطارهم، وهو دور تتخلّى عنه الدولة والمستثمرين بطريقة معيّنة: في ذهني هؤلاء الأطفال في منطقة فوكوشيما الذين يسألون باستمرار إن كان بوسعهم أن يلعبوا في الخارج أم لا".

في اليابان، في مرحلة أولى، ترك الأطفال والنساء هذه المناطق في معظم الأحيان، وبقي الوالد للعمل. ويلاحظ نائب ياباني قائلًا: "لكلّ واحد رأيه حول النشاط الإشعاعي والعائلات تتمزق".

من شأن حادث نووي في فرنسا أن يؤثر في جزء كبير من البلاد بتداعياته. لا سيما أنّه بحسب ما يذكرنا به أوليفييه إيفرار Olivier Evrard من مختبر علوم المناخ والبيئة CEA: "التلوث ليس ثابتًا. السيزيوم الذي يتثبت بقوة بجسيمات الطين في التربة، تنقله الأمطار الغزيرة مع تآكل مجرى الأنهار والجداول حتى البحر. حذرًا من تراكمات الرواسب في السدود. لأنّه من الممكن أن تتلوّث مناطق بالنشاط الإشعاعي مع أنّها لم تتأثر بالحادث مباشرة".

مراقبة المواد الغذائية

تتحقّق تسعة مختبرات تابعة للمقاطعات الفرنسيّة من النشاط الإشعاعي في المواد الغذائيّة. باستثناء الشاي المستورد من اليابان، لا تثير نتائج المراقبة القلق. إذ تحلّل سنويًا ألف عينة من الحليب والعسل والجبن واللّحم والسمك وما شابه من دون أن تظهر أي مشكلة. في حال وقوع حادث، يختلف الجدول: يصبح مصدر العينات ومستوى الإشعاع فيها مصدرًا للنقاش.



هل سيكون من الممكن إزالة التلوّث كليًا؟

مئات الكيلومترات المربعة من الأراضي المهملة، ومدنٌ مهجورة، ومواقع صناعية غير صالحة للاستعمال، أرض معطاء ملوّثة حتى عمق ٥ سم. ستكون الخسارة فوق الاحتمال، إلى حدّ جعل إعادة استعداد الأرض المفقودة هدفًا مسبقًا أعلنت عنه السلطات الفرنسيّة، وهذا من دون انتظار تراجع النشاط الإشعاعي، إذ يحتاج السيزيوم ١٣٧ إلى ثلاثين سنة ليفقد نصف نشاطه.

هل هذا معقول؟ يمكن تنظيف الجدران عند الاقتضاء، واستبدال بعض السطوح، وتزفيت المروج وتجريد الأشجار المثمرة أو تنظيفها. لكن كيف نزيل التلوّث من المساحات الزراعية الشاسعة؟ اختارت السلطات اليابانية الطرق الصعبة: يتحرّك ٢٠ ألف رجل، فيقتلعون التربة بسماكة تتراوح بين ٥ و١٠ سم. الخيار الوحيد الفعّال فعليًّا.

لكن هذه الاستراتيجية تكلّف عشرات المليارات من اليورو، وتتطلّب أيادي عاملة وافرة على مدى سنوات عدّة، وتنتج جبالًا من النفايات الإشعاعية النشاط، ولا يمكن تطبيقها في الغابة. يقول جان كريستوف غاربيل من معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النوويّة (IRSN) جازمًا: "من المستحيل تقليم أو تحطيب الغابات الملوّثة: لأنّ ذلك سيولّد ظواهر تآكل هائلة، فضلًا عن أنّه سيطرح في حالة مثل حالة منطقة فوكوشيما الكثيفة الأشجار، ٢٥ مليون متر مكعب من النفايات الإشعاعيّة النشاط إضافيّة، ومن غير المتوقّع أيضًا استبدال أرضيّة الغابات". في النهاية، يقول مايكل تيكاوير Michael Tichaeur من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN): "إزالة التلوّث لا تكون كاملة ابدًا". لأنّ «بعض النقاط الساخنة» ستبقى حتمًا، وفي هذا السياق تقول عالمة الأحياء الإشعاعية جان رينيه جوردان أيضًا إنّ: "أهداف الجرعات القليلة للغاية التي وعدت بها اليابان ليست واقعية".

أثر الكائنات المعدلة وراثيًا

أعلن ألان فافاسور Alain Vavasseur من هيئة الطاقة الذريّة والطاقات المتجدّدة CEA قائلًا: "باشرنا ببرنامج هندسة وراثيّة يهدف إلى زيادة قدرة النبات على امتصاص السيزيوم ١٣٧ في الأراضي الملوثة". رهان كبير على هذه الأعمال فحتّى هذه الساعة، لا يستخرج النبات المختبر في فوكوشيما أكثر من ١٪ من العناصر المشعّة في التربة.



إنّ إعادة افتتاح بعض المناطق خفيفة التلوّث بحسب الوعود، أجّلت مرات عدّة، وسجّلت حالات العودة الأولى في الأول من أبريل الماضي ولعشرات العائلات فحسب، بعد عمل مضنٍ ودقيق.



DR - LUDOVIC/REA



كيف نتخلّص من النفايات الإشعاعية النشاط؟

يقول مايكل تيكاوير من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN)، الذي يتجوّل في المناطق الملوّثة في اليابان "في البداية، لا يهتم أحد، لكن مع مرور سنوات إزالة التلوث، تفرض المشكلة نفسها".

مشكلة النفايات محتومة: ينتج أقلّ هكتار تم تنظيفه على عمق ٥ سم، ٧٠٠ طن تقريبًا من التربة الملوثة، فضلًا عن المعدات ذات النشاط الإشعاعي الفائق في المحطة التي وقع فيها الحادث. أي أنّ وكالتنا الوطنيّة لإدارة النفايات الإشعاعية النشاط (Andra) لم تراع هذا الإحتمال في مواقع التخزين الحالية.

يبلغ حجمها ١٠ أضعاف حجم ملعب فرنسا (ستاد دو فرانس)

تضمّ منطقة فوكوشيما ألف موقع رسمي للتخزين، فضلًا عمّا يقارب ١٣ ألف مخزن في حدائق الأفراد. اصطدم إنشاء المواقع الخاصة باستقبال هذه الأكياس خفيفة النشاط الإشعاعي بممانعة بعض السكان قبل أن يوافقوا عليه، ولن تكون الممانعة أقل عنفًا في فرنسا.

في اليابان، كان تصميم كلّ هذه المخازن نظيفًا بقدر المستطاع، ووافق عليه الجهاز الياباني المعادل لهيئة الطاقة الذرية والطاقات المتجددة CEA. إلّا أنّ مايكل تيكاوير يقول ببعض الإصرار: "إنّ الخبراء اليابانيين عاجزون عن معرفة محتوى الأكياس بالضبط: تراب؟ نفايات قابلة للعفن؟ أثاث الحدائق؟ قد نواجه بعض المفاجآت السيّئة..." بل إنّ الأمر الأسوأ من ذلك، الذي يثير ردّ فعل الخبراء الفرنسيين، ما يلفت إليه هانزاوا تاكاهيرو Hanzawa Takahiro، المسؤول عن إزالة التلوث من مدينة دات، القريبة من فوكوشيما قلقًا: "فترة ديمومة معظم أكياس الكتان المستعملة لا تتعدى السنوات الثلاث، إلّا أنّ هذا الحدّ قد تم تجاوزه دون أيّ تقدّم في الوضع".

من المتوقّع أن تنقل هذه الأكياس في الواقع إلى مركز ضخم للتخزين، نُظم على قدر المستطاع في المنطقة المحظورة، وستلجأ فرنسا إلى ذلك الخيار هي أيضًا. ورغم ضخامته إلا أنه غير كافٍ؛ حيث ينبغي وضع ٢٨ مليون متر مكعب على الأقل من النفايات إشعاعية النشاط، أي ما يعادل عشرة أضعاف حجم ملعب فرنسا، وفي حرقها الأمل الوحيد بتخفيض تلك الأحجام قليلًا.

مع ذلك، يشكّل جمع تلك الرزم المنتشرة التي لا تحصى ولا تعدّ في قلب ذلك العملاق، تحديًّا إداريًّا مذهلًا. يفصّل مايكل تيكاوير قائلًا: "نأمل أولًا أن تصمد الأكياس أثناء نقلها. بعد ذلك، يملي هذا الخيار القيام بمليوني رحلة في الشاحنة، أي حجم التنقل السنوي لأعمال النقل البرية في فرنسا". وتبقى النفايات مجرّد مشكلة بين كثير من المشكلات الأخرى...

محرقة من نوع خاص

في حال وقوع كارثة، يفكر الخبراء الفرنسيون في بناء محرقة مخصصة للنفايات إشعاعية النشاط وحدها. يتضمن موقع ماركول (غارد) آلة من هذا النوع. يبقى أن نهتم بوضع الرماد الإشعاعي النشاط كثيرًا.





ماذا سيحل باللاجئين؟

مئات الآلاف من الأشخاص الذين استُئصلوا بين ليلة وضحاها من أرضهم، ومنزلهم، وعاداتهم، وعملهم، وأصدقائهم... كأنّ كل هذا لم يكن كافيًا، يجد هؤلاء المنفيون أنفسهم موصومين على الأقل في الفترات الأولى. تقول ريكو هاسيغاوا Reiko Hasegawa ، الباحثة في معهد النمو المستدام والعلاقات الدولية في هذا السياق: "تخشى عائلات فوكوشيما عدم تمكنها من تزويج بناتها، اللواتي يُعتبرن في باقي أنحاء اليابان إشعاعية النشاط". ها قد اجتمعت كل مكوّنات الدراما النفسية.

أصبحت إعادة الإسكان والتأثيرات النفسية تشكل بشكل متنامٍ محور الخطط الفرنسية لإدارة الحوادث النوويّة. حتى هذا اليوم، لا يبدو أنّه تم التوصل إلى حلّ جيد، ولن يحلّ أيّ «رقم أخضر» تلك الحالة. يحلل ريكو هاسيغاوا قائلًا: "ثمّة تشابه بين مصير المنكوبين بعد حادث نووي وبين منكوبي الحروب: فهم يحرمون من ماضيهم، ويمنعون من العودة إلى ديارهم إلّا إن أرادوا أن يجازفوا بحياتهم. لكن في حين تحمي معاهدة دوليّة لاجئي الحرب، لا ينطبق ذلك على نازحي الحوادث النووية".

كان لاجئو اليابان يعيشون حتى وقوع الحادث في مناطق ريفيّة، وهم اليوم يعيشون مكدّسين في منازل جاهزة -المؤقت الذي يدوم- في قلب المدن ذات بُنية محدودة جدًا.

سجّلت جامعة فوكوشيما للعلوم الطبيّة عند المنكوبين ارتفاعًا في السمنة والضغط. فيما تنقل الصحف اليابانية غالبًا حالات انتحار مرتبطة بذلك الواقع المرير.

أمّا عن حالة اللاجئين الطوعيين، أي أولئك الذين غادروا منزلهم من دون أمر بإخلائه، فوضعهم أكثر سوءًا. يشجب ريكو هاسيغاوا قائلًا: "تعدّ السلطات اليابانية هؤلاء المنكوبين لاجئين غير رسميين. لم يحصلوا في المجمل إلّا على ٧٥٠ يورو للشخص الواحد، وثلاثة آلاف يورو للحوامل".

حتّى الساعة، لم يُلمّ بعد بكلّ تداعيات هذا الظلم الذي وقع...



كيف ستتم متابعة حالة السكان الصحية

ستهتمّ السلطات الصحية بالأصغر سنًّا. تشرح إيزابيل دوبلينو Isabelle Dublineau رئيسة مختبر علم التسمم الإشعاعي التجريبي التابع لمعهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN): "الأطفال سريعو التأثر بالإشعاعات لأنّ أجسادهم في أوج النمو". تصبح صحّتهم منذ ذلك الوقت مصدر قلق بالغ: أصبح الشباب الـ٣٦٠ ألفًا الذين يقلّ عمرهم عن ١٨ سنة والقاطنين في منطقة فوكوشيما يخضعون لفحص للغدّة الدرقيّة بالموجات فوق الصوتيّة كلّ سنتين. يجرى الفحص مجدّدًا حتى يبلغوا سن العشرين، ثم تنتقل الوتيرة إلى فحص كلّ خمس سنوات.

تقول جان رينيه جوردان من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN): "إنّه -على الأرجح- البروتوكول الذي ستتبعه في فرنسا. إنّ أخطار ظهور سرطان خاطف خلال ستة أشهر في الغدّة الدرقيّة ضئيلة للغاية، في المقابل، قد يظهر هذا السرطان حتى بعد أربعين سنة".

لكن يبقى أن نتوصّل إلى تنظيم لعمليّة كشف من هذا النوع: بحسب أندريه أورينغو Andre Aurengo، وهو رئيس مصلحة الطب النووي في لابيتيه-سالبتريير" على أساس تخصيص عشرين دقيقة لكلّ فحص طبي، ستستنفد الخدمات، ولا ينبغي أن ننسى تشكيل مجموعة من عشرات الآلاف من أطفال من مناطق أخرى لمقارنة النتائج وقطع الشك باليقين".

خلافًا لليابان، فإن في حيازة فرنسا سجلّ بحالات الإصابة بسرطان الغدّة الدرقيّة لدى الطفل، ما يشكّل مرجعًا جيّدًا في هذا السياق. فضلًا عن الاعتبارات التقنية، "من الصعب الخضوع لهذه الفحوصات أحيانًا، لأنّ الخطر الزائد بالإصابة بسرطان تبقى طوال الحياة"، وفق أندريه أورينغو.

من يعوّض الضحايا

في الوقت الراهن، يستفيد المنكوبون من صناديق الطوارئ التي يتم التصويت عليها كلّ سنة في موازنة الدولة لمواجهة كلّ أنواع الكوارث، ولكن لاحقًا، من يعوّض خسارة آلاف المنازل وحالات الإفلاس والعناية الطبيّة وإزالة التلوث؟

يؤكّد باتريك مومال Patrick Momal من مختبر الاقتصاد والأخطار النووية التابع لمعهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN): "من شأن حادث ضخم تعريض شركة كهرباء فرنسا للإفلاس سريعًا". لأنّ هذا الخطر بالكاد روعي في حساب كلفة الكيلوواط/ساعة النووي! تأخذ المعاهدة حول المسؤولية المدنيّة للطاقة النووية في الحسبان حصّة تبلغ ٣٤٥ مليون يورو فقط، مصدرها في الأساس الدول الموقّعة. حتى لو ارتفع ذلك التعويض إلى ١,٥ مليار من بينها ٩٠٠ مليار تتكبّدها شركة كهرباء فرنسا أو أرافا Areva - فما زلنا بعيدين كلّ البعد عن المبلغ.

يتعيّن على الدولة إذن أن تساهم في التمويل، وستبتّ محكمة باريس العليا وهي الوحيدة المؤهّلة في مجال التعويضات عن الحوادث النووية في كلّ حالة، وقد يعاد تكوين هيئة وطنيّة لمتابعة الضحايا على غرار اللّجنة التي تألّفت لضحايا التجارب النووية، وعلى مجلس الوزراء أن يضع لائحة بالأمراض المرتبطة بالحادث، ولكن تحذر عالمة الأحياء الإشعاعية جان رينيه جوردان قائلة: "ينبغي تخصيص الأموال للأمراض المتأتية عن الإشعاعات، تكون مستحقة بعد ثلاثين أو أربعين سنة".

أجرى علماء الاقتصاد حساباتهم

قدّر باتريك مومال من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) الكلفة موضحًا: "سيكلّف حادث نووي ضخم فرنسا ٤٥٠ مليار يورو، أي ٢٠٪ من ناتجها المحلي الإجمالي السنوي". تعود نصف الكلفة إلى صورة البلاد المنهارة (سياحة، تصدير). من ثَمّ فإن غيمة إشعاعيّة النشاط منبعثة من محطة بلاييه Blayais في الجيروند، ستقضي على بعض كروم نبيذ بوردو وترمي بظلال الشكّ على كلّ النبيذ الفرنسي. تفكّر السلطات في علامات قادرة على إعادة الثقة إلى المستهلكين.

هل نعود يومًا إلى

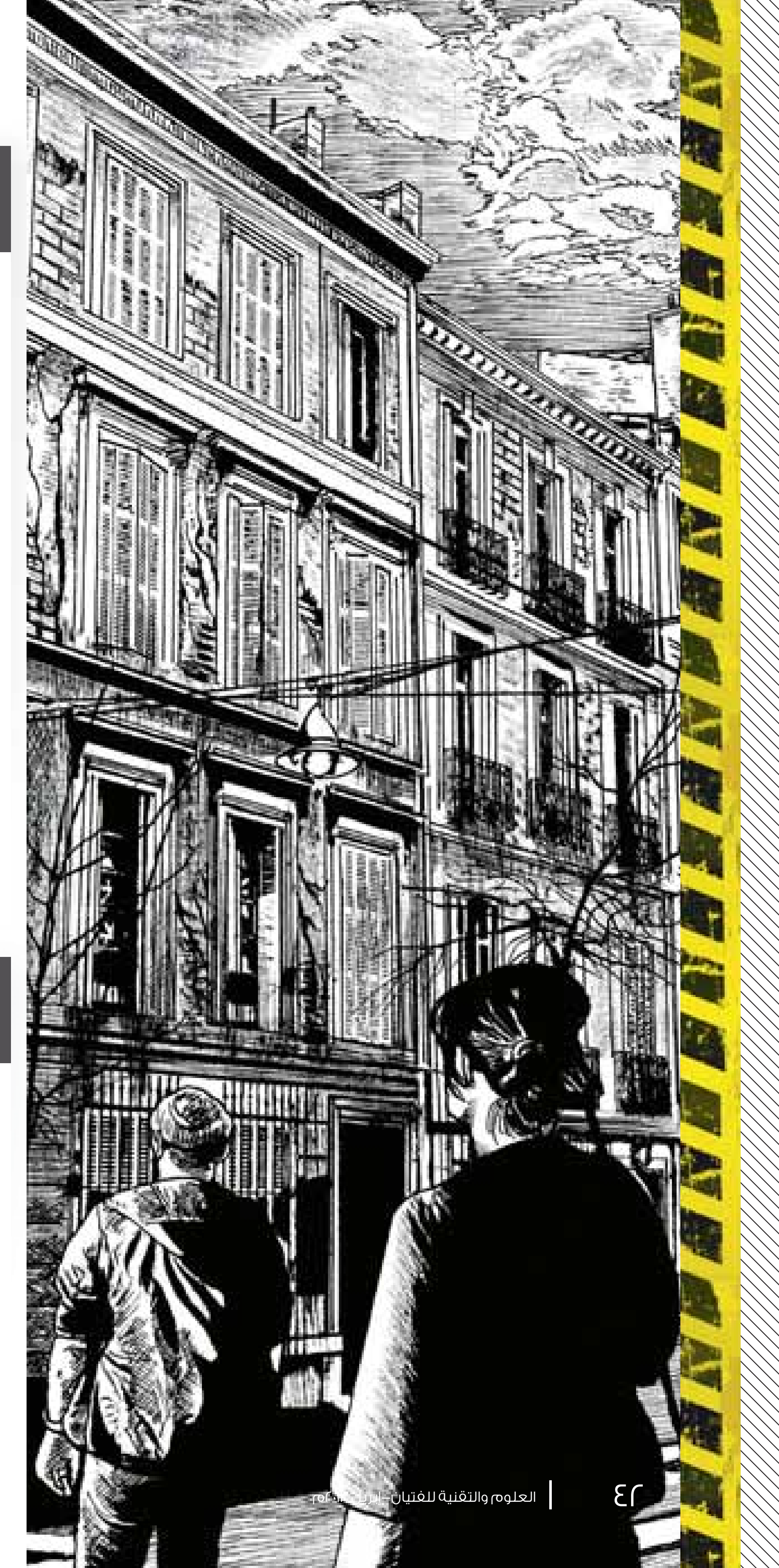
ستنفجر الحرب الكلاميّة بالتأكيد: هل من خطر أن نعيش على أراضٍ تم تنظيفها، لكنها لا تزال إشعاعية النشاط؟ حتى هذا اليوم لا يزال العلم عاجزًا عن البتّ في هذه المسألة.

يتلقّى المواطن الفرنسي اليوم في المتوسّط كل سنة ٢,٤ مليسيفرت (mSv) من النشاط الإشعاعي المنبعث من الأرض. عمليًّا، تقدّر اللّجنة الدوليّة للحماية من الإشعاع الأحيائي عودة محتملة إلى أراضٍ ينبعث منها ٢٠ مليسيفرت (mSv) في السنة كحدٍّ أقصى. مع العلم أنّ تلك الجرعة ستتناقص مع الوقت. تعترف إيزابيل دوبلينو Isabelle Dublineau رئيسة مختبر السموم الإشعاعية التجريبيّة التابع لمعهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) قائلة: "نفتقد افتقادًا شديدًا لمعطيات حول تأثيرات الجرعات الخفيفة المنبعثة بكميّات ضئيلة طوال عقود". تضيف جان رينيه جوردان وهي عالمة الأحياء الإشعاعية في معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN) قائلة: "حتى لو كانت الافتراضات قويّة بكون هذا الخطر مقبولًا به

هل ستعنى أجيال

كتب ميخائيل غورباتشوف مؤخرًا: "ربما كانت تشرنوبيل السبب الفعلي لانهيار الاتحاد السوفياتي". يولّد حادث نووي -بالضرورة- تداعيات عميقة ومستدامة.

مستدامة لأنّ السيزيوم ١٣٧ يحتاج إلى ثلاثين سنة ليفقد نصف نشاطه الإشعاعي فقط. يقول جاك لوشارد Jacques Lochard من اللّجنة الدوليّة للحماية من الإشعاع الأحيائي: "حول المنطقة المحظورة في تشرنوبيل، بعد ثلاثين عامًا تقريبًا من وقوع الكارثة، نخشى حريق الغابات الذي سيتسبّب بغيوم رماد إشعاعيّة النشاط".



المنطقة المحظورة ؟

عند معدّل حوالي ٢٠ مليسيفرت في السنة، لا يمكن التأكيد بأنّ الخطر معدوم. من الناحية الاختباريّة، لم تحدّد عتبة ظهور الأمراض السرطانيّة. يجنّد السعي لفهم آليات الجرعات الضئيلة باحثين عدّة في العالم".

العلم عاجز

المناقشات شديدة الحدّة، مع العلم أن الإستجابة للإشعاعات تختلف بحسب العمر والجنس والحالة الصحية والنسيج المصاب. لا توجد تجربة حاسمة حتى الآن. يضيف بيار بي Pierre Bey وهو مدير معهد كوري السابق قائلًا: "لا يسمح علم الأوبئة بتمييز تداعيات الجرعات الخفيفة فيما تؤثر الأمراض السرطانية الكلاسيكية عاجلًا أو آجلًا على ٤٠٪ من سكان الغرب". ويكمل أندريه أورينغو، رئيس خدمة الطب النووي في لابيتيه-سالبترير قائلًا: "لن يهدأ هذا الخلاف بشأن الجرعات الضئيلة إلا في حال وجدنا يومًا ما توقيع سرطان سببته الإشعاعات، إلّا أنّه ليس من المؤكّد وجود ذلك التوقيع أصلًا!".

T.MOUSSEAU

ناهيك عن أنّ غيرها من الأمراض تحدث المشكلات، إذ يشكّل الاضطراب القلبي عند أطفال تشرنوبيل جدًّا منذ عشر سنوات. تكشف إيزابيل دوبلينو قائلة: "عند الجرذ، لاحظنا مؤخّرًا انخفاضًا في الضغط الدموي دون أن نفهم الأسباب".

الحجج الوحيدة المقدّمة منطقيّة. يلفت هنا أندريه أورينغو قائلًا: "المليسيفرت العشرون ليست أقل من الجرعات الطبيعيّة المنبعثة من الأرض في بعض مناطق إيران أو البرازيل، التي لا تثير مشكلات صحيّة معينة". ويضيف بيار بي قائلًا: "بحسب تلك المقادير، ينبغي إجلاء منطقة بريتاني، الغنية بالرادون أو الجبال العالية المغمورة بالأشعة الكونيّة «وبحسبه» من السخافة منع الأشخاص المتقدمين في السن من العودة إلى المنطقة المحظورة، فيما يتعلّق بهم، سيؤثر تغيير ظروف حياتهم فيهم أكثر من خطر الإصابة بالسرطان البعيد". من ناحية أخرى، تقول إيزابيل دوبلينو "أمام الأطفال وقت طويل لظهور أحد الأمراض السرطانية". إنّها معضلة مريعة...



الطبيعة المشعة تحت أنظار رجال العلم

يدرس كثير من الباحثين تأثيرات فوكوشيما في الطبيعة. لكن تعاليم تشرنوبيل بليغة. يقول تيموثي موسو محددًا: "في المناطق الأكثر تلوّثًا، نلاحظ فقدانًا للتنوع الأحيائي وأورامًا وأدمغة متأخّرة النموّ وتراجعًا في الخصوبة..." كشف عالم الأحياء الأميركي للتوّ عن أنّ عجزًا في النشاط الجرثومي يمنع تفكّك البقايا النباتية على أرضية الغابات في تشرنوبيل، ما يزيد من اندلاع الحرائق.

المستقبل بالمسألة ؟

يكمل الباحث قائلًا إنه لا يمكن أن نغفل انتباهنا مطلقًا "ينبغي أن تنتقل ثقافة الحماية الإشعاعيّة من جيل إلى آخر ابتداء من دخول المدرسة". قد يحوي فطر ما أو حيوان ما دائمًا نشاطًا إشعاعيًّا مقلقًا.

تصبح الطبيعة غريبة في أماكن معيّنة. أمّا الأشخاص فلم تظهر أيّ دراسة أجريت على مجموعات من السكان تعرضوا للإشعاعات أيّ تشوهات وراثية، ولكن رُصدت بعض الطفرات في بعض التسلسلات الجينيّة، دون ملاحظة التأثيرات، ويورد علماء الأحياء في هيئة الطاقة الذريّة والطاقات المتجدّدة CEA فرضية تشير إلى حدوث تطور على المدى الطويل، التي ستنكشف بعد أجيال عدّة. تشير جان رينيه جوردان من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) قائلة: "لا نزال نفتقر إلى المنظور البعيد، فالإشعاعات الأولى تعود إلى زمن ماري كوري. تبقى مسألة التداعيات على صحّة الأجيال المستقبلية عالقة". الأمر الذي يكفي لإثارة القلق.

المعضلة الزراعية

منذ تشرنوبيل، يستعمل المزارعون البيلاروس وصفات مختلفة لخفض تراكم السيزيوم في اللّحم، وفي الحليب أو في النبات: يؤمّنون ترياق "أزرق بروسيا" المضاد لهذه السموم من أجل الماشية، ويشبعون التربة بسماد البوتاسيوم، وذلك بفعالية متفاوتة. يقول دافيد بروك (وزارة الزراعة): "نؤيّد بالأحرى إعادة توجيه الزراعات نحو قطاعات غير غذائية".

الجرأة في مواجهة المخاطر

أثبتت فوكوشيما ذلك: لم تكن تشرنوبيل استثناءً. بعد سنوات من الإنكار، تواجه السلطات أخيرًا فرضيّة الأسوأ.

«لا خطر مطلقًا»، «هذا غير متوقع كليًّا»، «لن يحصل ذلك في ديارنا». لجأت السلطات الفرنسيّة لمدّة طويلة إلى الإنكار. كانت عاجزة عن تصوّر الأسوأ. كانت عاجزة -أو بصراحة متردّدة- عن دراسة أحد السيناريوهات الأكثر رعبًا: سيناريو حادث نووي على أرضها. أرض تتضمّن أكثر من ٥٨ مفاعلًا نوويًّا موزّعة على ١٩ موقعًا (راجع الخريطة)، فضلًا عن المصنع الهائل لإعادة معالجة الوقود إشعاعي النشاط في هاغ (مانش).

هذا الإنكار الشهير كثيرًا ما قارب حدّ السخافة. يتذكّر الجميع تلك الخطابات المحدودة والمضلّلة التي تبعت انفجار محطة تشرنوبيل الأوكرانية، في الـ٢٦ من أبريل ١٩٨٦، إلّا أنّه اليوم، في العام ٢٠١٤، لم تعد نظريّة الأسوأ محرّمة! والسبب يعود إلى أن كارثة فوكوشيما، التي بدأت في ١١ مارس ٢٠١١، هزّت حتى أقوى المدافعين عن الذرّة. لم يتخيل أيّ خبير خسارة التحكم بثلاثة مفاعلات نووية في قلب اليابان فائقة الحداثة.

ماذا لو وقع هنا تحديدًا ما لا يمكن أن نتخيّله؟ وماذا لو وقع حادث بجسامة فوكوشيما أو تشرنوبيل في فرنسا وهذا رغمًا عن كل الاحتياطات المعتمدة؟ اتخذ هذا القلق سمة رسميّة. يضاعف كلّ من السلطات العامّة والقطاع النووي من الآن وصاعدًا اجتماعات العمل في محاولة لتصور الخطوات التي ينبغي اتخاذها في مواجهة حدث من هذا النوع، وليس في السّاعات الأولى والأيام الأولى فقط! تمتد أضرار الحوادث النوويّة على عقود عدّة، وتثير هذه الحوادث مجموعة من الأسئلة للأمور الحادثة ومشكلات لا نظير لها.

لم تكف تشرنوبيل

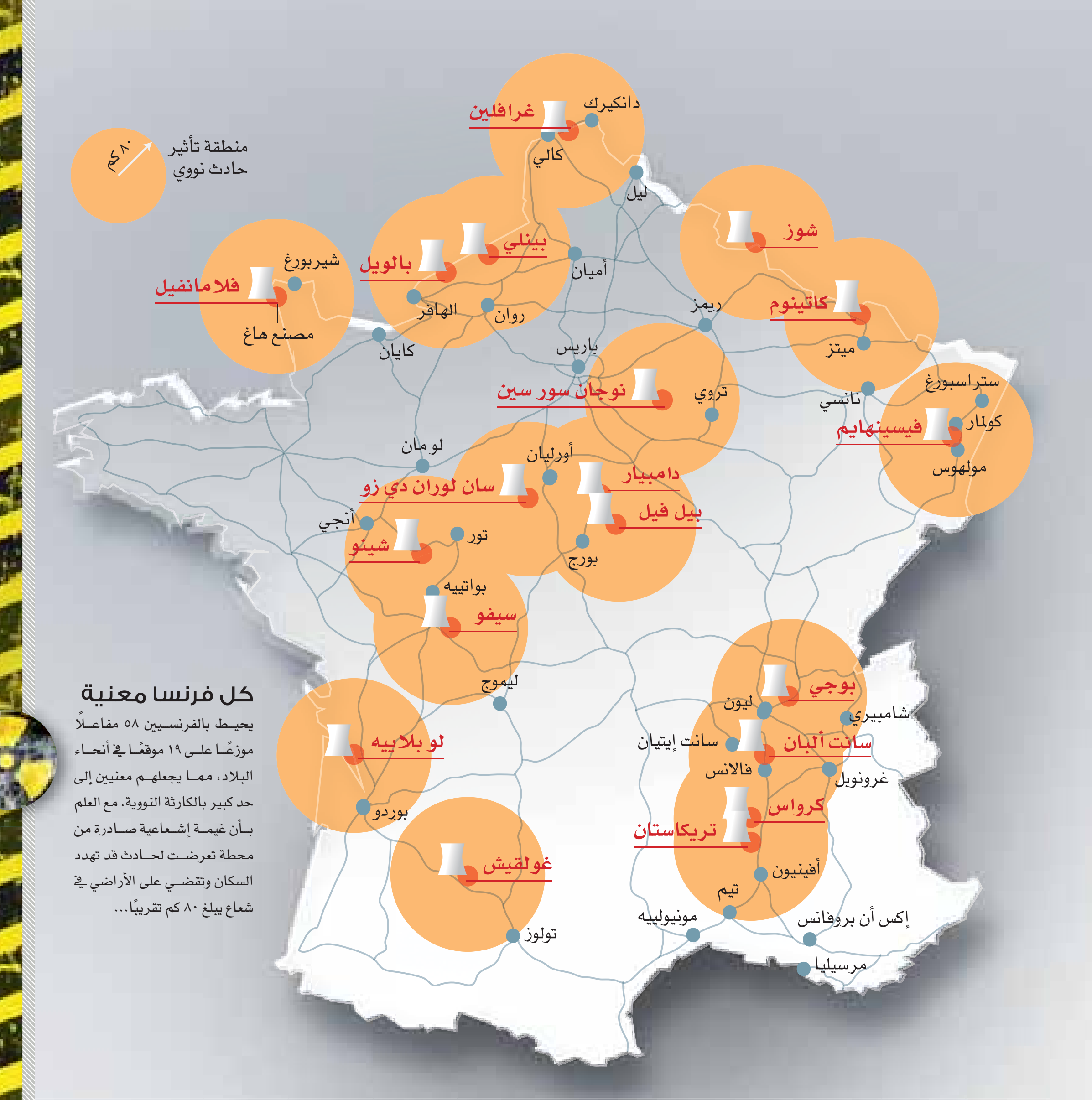
اكتشف خبراؤنا منذ زمن بعيد الطابع الشيطاني للأزمة النووية. منذ العام ١٩٨٥، أي قبل سنة من كارثة تشرنوبيل، اقترح باحثون من معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) محاكاة التسرّبات الإشعاعيّة في مختبراتهم في كاداراش (بوش دو رون). يتذكّر جان كريستوف غاربيل، مدير قسم البيئة في معهد الحماية الإشعاعيّة والسلامة النوويّة (IRSN) قائلًا: "مكّنتنا تلك التجارب من تقويم تداعيات طرح نووي على منتجاتنا ذات الأهمية الرمزية، مثل الكروم أو الحبوب، وهذا يثبت أنّنا كنّا نفكّر في وقوع الحوادث، حتى لو لم يكن السعي منظّمًا تنظيمًا جيدًا". إنّه مجرد تحرك، بداية إدراك.

يقول جاك لوشار Jacques Lochard وهو عضو في اللّجنة الدوليّة للحماية من الإشعاع الأحيائي: "في العام ١٩٩٠، طلب ميخائيل غورباتشوف تقويمًا مستقلًّا للوضع في تشرنوبيل، شاركتُ فيه إلى جانب ١٥٠ خبيرًا غربيًّا. كان منظورنا للحدث حسابيًّا جدًّا وروتينيًّا، وتوقّعنا أن نجد بعد أربع سنوات من وقوع الكارثة، مشكلة تقنية صرفة لمحطة مدمّرة، إلّا إنّ هذا لم يحصل مطلقًا! أدركنا حين ذهبنا إلى المكان أنّ السكان فقدوا السيطرة كليًّا على حياتهم اليومية في ظل تهديد الإشعاعات الخفي، وأصبحوا عاجزين عن اتخاذ أدنى القرارات".

وجد الأوكرانيون والبيلاروس الذين نجوا من أسوأ ما شهده التاريخ، أنفسهم مجرّدين من كلّ شيء في وجه هذه المأساة غير المفهومة واللامتناهية، من دون حدود واضحة في المكان والزمان، ومن دون حصيلة نهائية. تحتلّ الأرض المغذيّة وصحّة الأطفال الخطوط الأماميّة. الأزمة أزمة صحيّة، تقنيّة، اجتماعيّة، نفسيّة، اقتصاديّة، رمزيّة ومتعلّقة بالطاقة في الآن نفسه. يأسف لذلك جاك لوشار قائلًا: "أدركنا هنا التعقيدات القصوى التي ترافق الحادث النووي، لكن من دون أن يستمع إلينا المسؤولون في فرنسا".

مع ذلك، أنجزت الدولة بعض التحضيرات: تهدف خطة أورسيك Orsec الشهيرة منذ العام ١٩٥٢ إلى مواجهة الأخطار التقنية فيما وضعت في العام ١٩٧٨ "خطط تدخل خاصّة" في شعاع لا يتعدّى الكيلومترات العشرة حول كلّ محطة. يحدّد كزافييه دولارو Xavier Delarue، المسؤول عن التخطيط في الأمانة العامّة للدفاع والأمن القومي قائلًا: "قبل سنتين، سرعت كارثة سيفيزو Seveso (إيطاليا) إدراك الأخطار التقنيّة. لكن هذه التحضيرات تنحصر عند ذلك ببعض ردود الفعل الناتجة عن حالات طارئة فائقة الأهمية، ويضيف جاك لوشارد: "كانت تمارين الأزمات تتوقّف دائمًا باستعادة التحكّم بالمفاعل، من دون أيّ أضرار تصيب محيط الموقع".

إلّا أنّ هذه العقيدة الرسميّة بدأت تتزعزع حين غمرت المياه محطة بلاييه Blayais (جيروند) في ديسمبر ١٩٩٩ وكادت تتعرض لحادث ضخم (راجع التسلسل الزمني الصفحة المقابلة). يحلّل جان لوك غودي من سلطة السلامة النوويّة ASN قائلًا: "جعلتنا اعتداءات الحادي عشر من سبتمبر ندرك أنّه مهما ←



كل فرنسا معنية

يحيط بالفرنسيين ٥٨ مفاعلًا موزعًا على ١٩ موقعًا في أنحاء البلاد، مما يجعلهم معنيين إلى حد كبير بالكارثة النووية. مع العلم بأن غيمة إشعاعية صادرة من محطة تعرضت لحادث قد تهدد السكان وتقضي على الأراضي في شعاع يبلغ ٨٠ كم تقريبًا...

كادت فرنسا أن تتعرّض مرّات عدّة لكارثة نوويّة

١٧ أكتوبر ١٩٦٩

سان لوران دي زو

دخل قلب المفاعل رقم ١ جزئيًّا في حال انصهار بعد عمليّة تشغيل خاطئة.

١٣ مارس ١٩٨٠

سان لوران دي زو

شهد المفاعل رقم ٢ عيبًا في التبريد: بدأ القلب بالذوبان قبل أن يتم تشغيل أداة توقّف السلامة.

١٢مايو ١٩٩٨

سيفو

تعرّضت دائرة التبريد الأساسيّة في المفاعل رقم ١ إلى ثغرة، فتولّت أنظمة الأمان الاحتياطيّة القيام بعملها.

٢٧ ديسمبر ١٩٩٩

لو بلاييه

غمرت العاصفة مقرونة بمدّ كبير المفاعلات الأربعة، توقّفت ثلاثة منها بحالة طارئة، وتعطّلت أنظمة متعدّدة للتبريد والوقاية. أطلقت شركة كهرباء فرنسا تنظيمها الوطني للأزمات.

الأول والثاني من ديسمبر ٢٠٠٩

كرواس

سدّ حطام نباتي جرّه نهر الرون نظام تبريد المفاعل رقم ٤، فعملت أنظمة الملاذ الأخير.

C.MARTIN

حادث نووي في فرنسا: ما الاحتمالات؟

من الناحية النظريّة، الحسابات مطمئنة: كلّ مفاعل من مفاعلاتنا الـ٥٨ قد يواجه احتمالًا سنويًّا بالتعرّض لحادث خطر نسبته من ١٠$^{-5}$ إلى ١٠$^{-6}$ – أي حادث كلّ ١٠٠ ألف سنة كحد أسوأ. من أين يأتي هذا الرقم؟ يحدّد فريديريك بيشورو وهو اختصاصي بدراسات احتمالات السلامة في معهد الحماية الإشعاعية والسلامة النووية (IRSN) قائلًا: "ندرج كل الأسباب المعروفة لحصول الحادث (فقدان المصدر الكهربائي، ثغرة كبيرة في الدائرة الأولية وما شابه)، ثم ننظر بعين الاعتبار إلى احتمال قصور عمل أنظمة الصيانة الآليّة وفي النهاية الأخطاء البشرية التي يرتكبها عملاء التشغيل إلى جانب فرق الأزمات" إلّا إنّ ذلك التقويم يراعي في الوقت الحالي أسباب قصور المفاعلات الداخليّة فحسب، وليس الأسباب الخارجيّة مثل الفيضانات أو الزلازل، وحاليًّا يجري العمل على تدابير سلامة إضافيّة لمواجهتها، ولا تجنّب تلك الإحصاءات سلطات السلامة (راجع الصفحة ٤٥) بعض القلق، إذ لا تزال تكرّر بأنّ «الحادث النووي محتمل في فرنسا».

← كنّا نتحكّم بتقنية المفاعلات، فإنّ التهديد قد يأتي أيضًا من سبب خارجي".

في ربيع العام ٢٠٠٥، طلبت الحكومة برئاسة رافاران من سلطة السلامة النووية ASN الشروع في أعمال حول تداعيات غيمة إشعاعيّة النشاط. تبع ذلك تشكيل لجنة توجيهيّة لإدارة الحقبة التي تتبع وقوع حادث نوويّ. جنّد قطاع الذرّة أكثر من ١٣٠ خبيرًا، بمن فيهم شركة كهرباء فرنسا، وهذا يشرحه جان لوك غودي: "لا توجد مساعي من هذا النوع في العالم، واكتشفنا مدى المشكلات بعد تبصر عميق". في الحقيقة، لا تزال سيناريوهات الحوادث المتخيّلة متواضعة للغاية: ترشيح الانبعاثات، ولا تتجاوز الساعات الأربع والعشرين في ظروف مناخية مثالية للغاية. لم تمر فوكوشيما من هنا بعد.

منذ الكارثة التي وقعت في ١١ مارس ٢٠١١، أصبح الموضوع شائكًا وحقيقيًّا للغاية. لم تكن تشرنوبيل استثناءً أبدًا. فالحادث النووي ظاهرة مريعة بالفعل، حادث استثنائي ويترك البلاد محاصرة. حتى لو لم يتسّبب حادث فوكوشيما بضحايا مباشرة، إلّا أنّه نجح في حجب التسونامي وقتلاه الـ ١٨ ألفًا.

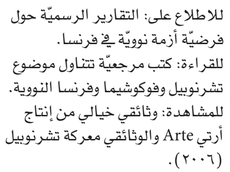
تلقّت التحذير أخيرًا آذان مصغية

لم تكن اليابان مستعدّة لمواجهة حدث من هذا النوع، وحالة عدم التهيؤ هذه هي غالبًا سبب أخطاء كارثية. تلقّت التحذير آذان مصغية: في نوفمبر ٢٠١٢، تسلّحت سلطة السلامة النوويّة ASN بأعمالها الرياديّة ونشرت مكوّنات عقيدتها حول إدارة الإجراءات بعد الحادث النووي. بدأت تختبر ذلك على الأرض من خلال بعض تدريبات الطوارئ. في بداية العام ٢٠١٤، نشرت الحكومة الفرنسية خطة الاستجابة الوطنيّة "حادث نووي أو إشعاعي ضخم" واردة في ١١٧ صفحة. يصرّ كزافييه دولارو قائلًا: "تظهر فوكوشيما أنّ حدثًا من هذا النوع يفرض تعبئة وطنيّة".

لا تطمئن هذه الاستعدادات الرسميّة الجميع، ولن تسكت بالتأكيد الانتقادات الخاصّة بالصناعة النوويّة. يتذكّر رولان ديبورد Roland Desbordes ، رئيس لجنة الأبحاث والمعلومات المستقلّة حول النشاط الإشعاعي (Criirad) مهاجمًا: "هذه القوّة الضاغطة والسلطات الفرنسيّة تحاول إقناعنا بأنّه من المحتمل أن نعيش في أراض ملوّثة: فكرة خطرة، وساخرة ولا تستجيب إلّا لضرورات اقتصاديّة". لم تتوقّف هذه الجمعية المضادة للنووي عن شجب مشروعات إعادة التأهيل التي تقودها شركة كهرباء فرنسا، وشركة أريفا وهيئة الطاقة الذرية والطاقات المتجدّدة CEA منذ ١٩٩١ مع السكان البيلاروس ضحايا غيمة تشرنوبيل، إذ ألهمت نتائجها -إلى حدٍّ ما- المسعى الحالي.

يقول سيزين توبشو Sezin Topçu وهو عالم اجتماع مختصّ بالنووي في كليّة الدراسات العليا في العلوم الاجتماعيّة: "قد تدعم تلك المشروعات الفكرة القائلة إنّ ظروف الحياة الجديدة في الأراضي الملوّثة ستكون طبيعيّة ومقبولة. من غير المقبول تحت أيّ ظرف كان أن يُستعمل هذا المسعى لطمأنة سكّان البلاد التي تستعمل الطاقة النوويّة مثل فرنسا. لا حلّ للتلوّث، وإنّما إعادة ترتيب فقط". فضلًا عن أنّ الخطط الفرنسيّة متّهمة بأنها مستبدة وغير مرنة ومبنية على الوهم بالإضافة إلى كونها نظرية أكثر من اللزوم.

لكن يبقى أنّ أحدًا لم يكن ليراهن على مسعى من هذا النوع منذ عشر سنوات فقط. لم يكن أيّ مسؤول فرنسيّ مرموق ليقبل مجرّد ذكر فرضيّة حادث نووي في فرنسا. التجرؤ على النظر إلى هذا الخطر وجهًا لوجه يعدُّ تقدمًا كبيرًا. يحدّد جان لوك غودي قائلًا: "بدأت الآن دراسة حالات حوادث أصعب وأكثر واقعيّة بمستوى فوكوشيما". قبل أن يختم قائلًا: "لا يمكن أن نبقى معتدلين أمام سيناريو كارثي من هذا النوع. لا يمكن أن أعدكم بأن المفاجآت السيئة لن تحصل...".



للاستزادة

للاطلاع على: التقارير الرسميّة حول فرضيّة أزمة نوويّة في فرنسا.
للقراءة: كتب مرجعيّة تتناول موضوع تشرنوبيل وفوكوشيما وفرنسا النووية.
للمشاهدة: وثائقي خيالي من إنتاج أرتي Arte والوثائقي معركة تشرنوبيل (٢٠٠٦).
الروابط المباشرة على science-et-vie.com

(1) ACCIDENT NUCLÉAIRE COMMENT LA FRANCE S'Y PRÉPARE, Science & Vie 1164, P 48-68
(2) VINCENT NOUYRIGAT (3) FRÉDÉRIC PAJAK



تشرنوبيل قريبًا تحت قبّة

انتصب في تشرنوبيل (أوكرانيا) -ابتداءً من شهر أبريل ٢٠١٤- أول قوس من القوسين الإسمنتيين من الإسمنت المسلح العملاقين الذين شرع في تشييدهما في العام ٢٠٠٩. وهذه مرحلة ذات دلالة رمزيّة بالنسبة إلى أحد ميادين البناء الأضخم لهذا القرن. إذ يفوق ارتفاع كلّ قوس ارتفاع تمثال الحرية (١٠٨ أمتار)، ويتعدّى عرضه عرض ملعب فرنسا "ستاد دو فرانس" (٢٥٧ مترًا). وبحلول العام ٢٠١٦، سيغطي هذان القوسان المفاعل رقم ٤ في المحطّة النوويّة، الذي انفجر في ٢٦ أبريل ١٩٨٦ في الكارثة النووية الأسوأ من نوعها في التاريخ. بعد سنوات عدّة من الدراسات، ومواجهة بعض الصعوبات في جمع مبلغ ١,٥ مليار دولار اللازم (ساهم ٣٠ بلدًا في التمويل)، ها هي الأعمال تتقدّم في ساحة البناء بشكل جيّد. لكنّ التقاعس مرفوض، ففي العام ١٩٨٦، شُيِّد غطاء اسمنتي أول لمنع انتشار المواد المشعة. لكنه أصيب بتشققات نظرًا لبنائه على وجه السرعة وفي ظروف مريعة.

على الرغم من أعمال التدعيم التي خُصّصت له، لم يعد استقراره مضمونًا إلّا لعشر سنوات، بل الأسوأ من ذلك: لم يعد عازلًا للماء، والنشاط الإشعاعي مرتفع للغاية في جواره المباشر. الجدير بالذكر أنّ ساحة البناء الراهنة تبعد ٣٠٠ متر من المفاعل القديم، حيث يمكن للعمّال مزاولة عملهم بسلامة تامّة، وعند انتهاء بناء القبة، من المقرر انزلاقها على سكة حديدية حتى تغطّي الغلاف القديم كليًّا (انظر الصورة الصغيرة إلى اليمين في الأعلى).

وهكذا يصبح حصر أيّ نشاط إشعاعي مؤمنًا لمدّة قرن. في تلك الأثناء، تفكك مجموعة من الروبوتات المفاعل المتضرّر داخل القوس، فالغاية النهائية من العمليّة هي تنظيف الموقع كليًّا يومًا ما. لكن التقنيات لم تجهز بعد. بيد أنّ القبّة ستضمن سلامة الموقع حتى ذلك الحين، وكنصب ضخم بني لتكريم ذكرى ضحايا الكارثة، ستذكّرنا تلك القبة بأنّ الخطأ ممنوع في ما يتعلق بالطاقة النوويّة.

F.N.

REMERCIEMENTS À MICHEL CHOUHA, EXPERT À L'INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

إنتاج الطاقة النوويّة في عرض البحار بات وشيكًا



A.DEMIANCHUCK/REUTERS

سيبدأ قريبًا تشغيل الـ "أكاديميك لومونوسوف" Akademik Lomonosov، وهي المحطّة النووية العائمة الأولى التي بدأ تشييدها في العام ٢٠٠٧، ذات المفاعل المثبّت على أشبه ما يكون بمنصّة نفطيّة في عرض البحر، وستستخدمها الشركة الروسيّة روزاتوم لتزويد مناطق منعزلة من القطب الشمالي بالكهرباء (بقوّة ٧٠ ميجاواط) وقد أظهرت دراسة أمريكيّة تحسنًا معتبرًا في درجة السلامة. بما أنّ الوقود يقع تحت خط العوم، فإنّ تبريده مؤمّن بسهولة في حال وقوع حادث. إضافة إلى ذلك، فإنّ تأثير الزلازل والتسونامي قليل في عرض البحر، في حين يقاوم ثبات الطوفيّة أسوأ العواصف.

V.N.

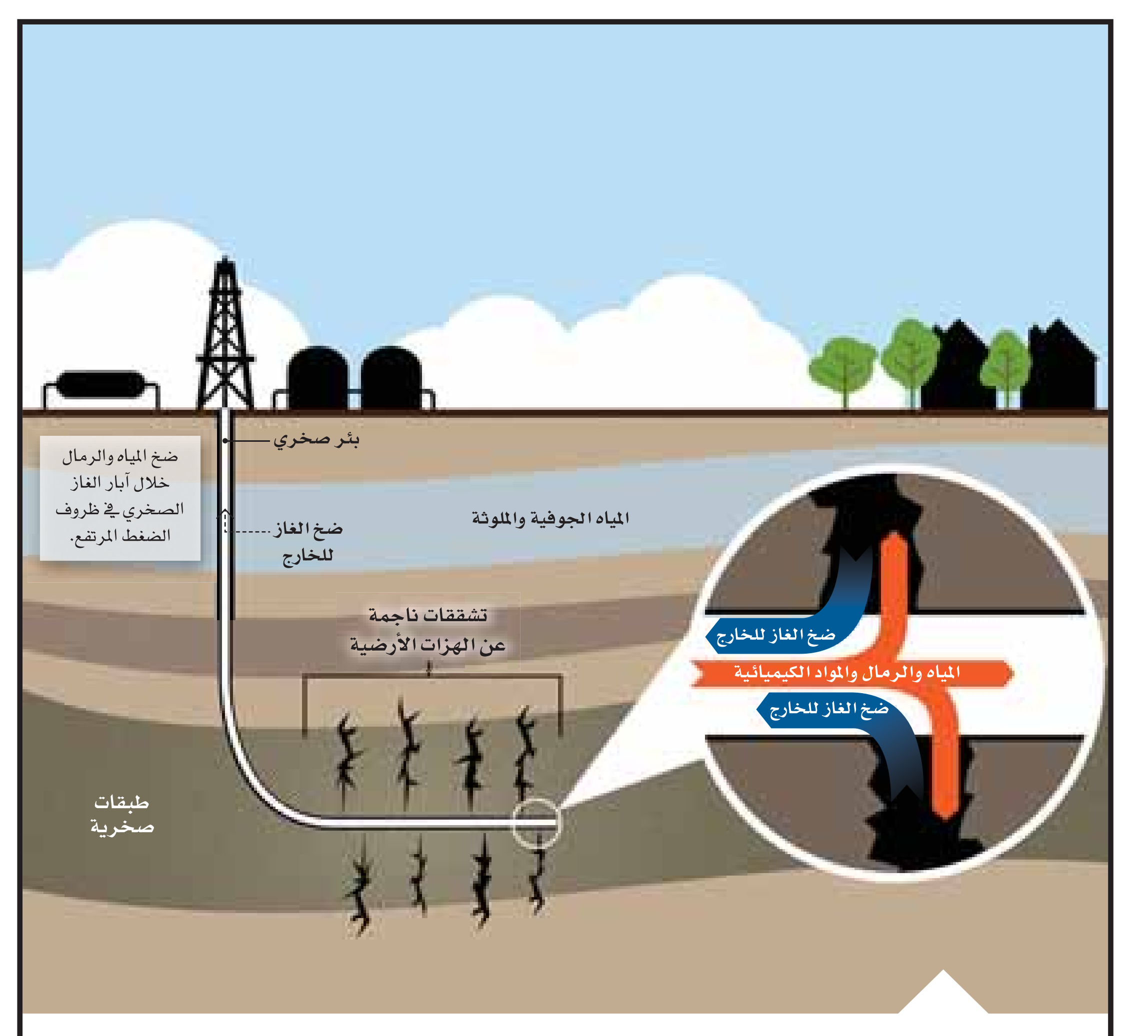


سان لويس (نيو مكسيكو)

يريد هذا البرج الشمسي أن ينتج طاقة بقدر محطّة نوويّة

إنشاءات إسمنتية يبلغ ارتفاعها ٦٨٦ مترًا تعرف ببرج الطاقة الشمسيّة والرياح، ومن المتوقع أن يبدأ تشييدها في سان لويس (نيو مكسيكو في الولايات المتحدة الأمريكية)، في العام ٢٠١٨، مقابل ١,١ مليار يورو. الغاية منها: إنتاج حتى ٤٣٥ ميجاواط من الكهرباء يوميًّا بفضل المياه، التي ستُنقل إلى القمة بوساطة مضخّات، ثم تحقن على شكل ضباب يتبخّر، منتجًا تيارًا هوائيًّا منحدرًا، يندفع داخل عشرات التُربينات الموجودة في أسفل البرج. لكن ثمّة عائق: يتعيّن تشييد ذلك البرج في منطقة جافّة، لإنتاج تيّارات هوائيّة، لكنّه يحتاج إلى مياه، بالرغم من أن معظمها يتم إعادة استعمالها بفضل المضخّات.

F.C.



آبار الغاز الصخري تهزّ الأرض فعلاً

حُسم موضوع الجدل. إذ يعود سبب زلازل ولاية أوكلاهوما (الولايات المتحدة الأمريكية) في الواقع إلى ضخّ المياه الملوثة المتأتية من منشآت مثل منشأة الغاز الصخري. في آبار التصريف. هذا ما أثبته فريق كاثلين كيرانين Katheen Keranen من جامعة كورنل الأمريكية. منذ عشر سنوات، تنتج طرق استثمار جديدة –مثل التنقيب الأفقي– كميّات هائلة من المياه الملوثة التي نتخلّص منها تحت الأرض بضخّها في آبار عميقة يصل عمقها إلى كيلومترين أو ثلاثة. النتيجة: يتصاعد الضغط في باطن الأرض. تلك هي الظاهرة التي ربطها علماء الجيولوجيا للتوّ بالزلازل، فقد برهنوا على أنّ أربعة آبار من الآبار الأكثر استعمالاً في أوكلاهوما هي المسؤولة عن ٢٠٪ من الزلازل التي تحدث حتى ٣٠ كم في المنطقة المحيطة، مع مراكز سطحيّة تصل حتى عمق ٥ كم، ما يفسّر –على الأغلب– سبب تعرض هذه المنطقة إلى الهزات الأرضية منذ العام ٢٠٠٩. إنّه استنتاج يثير القلق لأنّ الأراضي التي يرتفع فيها الضغط بسبب ضخ المياه لا تزال في تمدّد، ما يزيد خطر الوصول إلى صدع كبير قابل لإحداث زلزال ضخم. **S.F.**

أخبار علمية



تهدف أشجار العنفات الهوائية إلى تنشيط قطاع طاقة الرياح

تـدور أوراق هـذه "الشجـرة الهوائيـة" عنـد أدنى تيـار هوائي... فتنتـج الكهرباء (مـن ٢,٥ إلى ٣,٥ كيلوواط). إنهـا طاقة كافية لإضـاءة مصابيح شارع كامل أو تغطية حاجة المواطن من الكهرباء (باستثنـاء التدفئة) لمنزل يضـم ٤ أشخاص. هي في الواقع عنفات هوائية مصغرة مجهزة بمحرك مندمج، تحل فيها توربينة عمودية بلاستيكيـة مكان الشفرات. تتميز الفكـرة بمنافع كثيرة، وهي من ابتـكار المؤسسة الفرنسية نيو ويند New Wind. إنّ شجـرة العنفات الهوائيـة أجمل شكلاً من العنفة الهوائيـة الكلاسيكية، فهي خافتة للغايـة وأكـثر حساسية للريـاح الخفيفـة، إلى حـد مضاعفة مدة العمـل (ما يقارب الـ ٢٠٠ يوم في السنـة). ويمكن تخزين فائضها الكهربائـي المنتـج في بطاريـات خارجية. سيتـم تسويقها في نهاية السنـة بـ٢٥ ألف يورو تقريبًـا، وقد أثارت اهتمـام بلديات فرنسية عدة حتى الآن.

L.B.

الاحتباس الحراري

الفائزون والخاسرون [1]

كلّ خبراء المناخ يتوقعون ذلك: سيكون المستقبل حارًا... بل حارًا للغاية. ستشتدّ الحرارة، وتذوب الصفائح الجليديّة، ويرتفع منسوب المياه. في ظلّ هذا الاضطراب المناخي، سيختلف الأثر المترتب على النباتات والحيوانات: بعضها سيستفيد من تلك الظروف الجديدة وسيتضرر بعضها الآخر.

بقلم: ماري كاثرين ميرا [2]



ILLUSTRATION: MARC DA CUHNA LOPES POUR SVJ

المشكلة

ستتصاعد درجات الحرارة، فما العمل؟

أتعرفون أنّ الحرارة في باريس ستعادل الحرارة في مونبولييه بجنوب فرنسا اليوم، وأنّ مناخ جنوب فرنسا سيشبه مناخ دولة المغرب الراهن، بعد ثمانين عامًا؟ من هذا المنظور، لا يبدو التغيّر المناخي مخيفًا على الإطلاق، بل ربما يكون ممتعًا، فلن تكون هناك ضرورة لقطع مئات الكيلومترات للاستفادة من الدفء والاسترخاء تحت أشعة الشمس! إلّا أنّ حرارة الأرض ترتفع بسرعة فائقة. خلال السنوات المئة الأخيرة، ارتفعت درجات الحرارة بمعدل ٠,٧٤ درجة مئويّة، ولا تبعث توقّعات علماء المناخ على الاطمئنان: في العام ٢١٠٠، ستشتدّ حرارة الأرض درجتين مئويتين كحدّ أدنى، و٥,٤ درجات مئويّة كحدّ أقصى!

GRÉGOIRE CIRADE POUR SVJ - SHUTTERSTOCK

المسألة لا تتعلّق بارتفاع الحرارة فحسب، فالمناخ بأكمله يتغيّر. في المناطق المداريّة، ستندر الأمطار فيسيطر الجفاف، في حين ستتزايد هطولًا على الأغلب في آسيا. بالإجمال، ستزداد الرطوبة في المناطق الرطبة، وستزداد المناطق الجافّة جفافا. حسنًا، ولكن ربّما تتساءلون: هل الوضع خطر إلى هذا الحدّ؟ فعلى الرغم من كلّ شيء، موارد الإنسان وافرة، وسيتكيّف بلا شك. صحيح، ولكن ماذا عن الحيوانات والنباتات، كيف ستواجه ما سيحصل؟ الأمر يتوقّف في الواقع على عوامل مختلفة، فبعضها لن يتأثر كثيرًا. في الأمازون، سينعم النبات العارش بقسط زاخر من ثاني أكسيد الكربون -الغاز الرئيس المسبّب للاحتباس الحراري- الذي تطرحه سياراتنا ومعاملنا في الجو، ونظرًا لسرعة نموّه، سيستفيد من ثاني أكسيد الكربون بصورة أسرع من الأشجار التي تنمو ببطء، وشيئًا فشيئًا، سيجتاح النبات العارش غابة الأمازون.

الوضع ليس مأساويًا للجميع

قناديل البحر انتهازية أيضًا. تتكاثر في محيطات العالم أجمع، لأنّه كلّما اشتدّت حرارة الماء، تنامت سرعة تكاثر تلك الكتل الهلاميّة، ووسّعت نطاق وجودها.

حتى في القطب الجنوبي، لم يحدث ذوبان الصفائح الجليدية كارثة للجميع. بل كان بمنزلة نعمة لطائر البطريق

خاسر؟

الفهد الصيّاد
(Acinonyx Jubatus)

العائق لتجنّب فقدان طرائده، يضطر السنوري إلى الإبقاء على عينيه مفتوحتين وهو يعدو.

تأثير الاحتباس الحراري مع ارتفاع معدلات ثاني أكسيد الكربون في الجوّ، تتكاثر أعداد متزايدة من الشجيرات الشائكة في براري ناميبيا حيث يعيش.

رد فعله عندما يلاحق طرائده بسرعة هائلة، يعجز عن تجنب الأجمات الشائكة فتُجرح عيناه. تتزايد حوادث إصابته. وعندما يصبح أعور، يصعب الصيد عليه وينفق من الجوع. هذا ليس مؤكّدًا بعد، ولكن الفهد الصيّاد ربّما يكون خاسرًا للتغيير المناخي في المستقبل.

J.M. LABAT & F.ROQUETTE / BIOSPHOTO



آديلي في جزيرة بوفور، فهو يحتاج إلى أرض خالية من الجليد ليجد حصى يبني بها عشّه، وحتّى الآن كانت الأنهار الجليديّة تحدّ من انتشار أسراب هذا الطائر، ولكن أنهار المنطقة الجنوبيّة من بحر روس باتت تتراجع مع ذوبان صفائح الثلج، فتحظى طيور البطريق بمساحة أكبر لتتكاثر وترعى صغارها. لذا تضاعفت أعدادها تقريبًا خلال ستين سنة! وثمّة عشرات الأمثلة المماثلة.

مع ذلك، لنكن واقعيين، هناك العديد من الأنواع التي ستعاني جرّاء هذا التغيير المناخي، وبخاصة الأنواع التي لا تستطيع العيش إلّا في نوع معيّن من الأوساط البيئية، لأنّ التغيير المناخي سيحدث اضطرابًا في موطنها، فلا بدّ أن نعي أنّه في العام ٢١٠٠، من المتوقع أن تحل مساحات عشبيّة من الغابات الاستوائية مكان بقاع شاسعة من غابة الأمازون، وفي تلك الأثناء، في القطب الشمالي، ستقضم أشجار الغابة الشمالية جزءًا من أعشاب التَّندرا. أمام تغييرات من هذا النوع، سيواجه عدد كبير من الحيوانات صعوبة في تأمين مأوى أو قوت، مثل الكوالا الذي يعتمد كليًّا على شجر الأوكالبتوس ليعيش، فهو يتعلّق بأغصانها، ويقتات حصريًّا من أوراقها. إلّا أنّ هذه الشجرة تأثرت من ارتفاع ثاني أكسيد الكربون في الجو. فمثل كلّ النبات، تحتاج الأوكالبتوس إلى ذلك الغاز لتنجز <بناءها الضوئي> وتنمو، ولكن عندما يكون مقدار ثاني أكسيد الكربون مفرطًا، تنمو الشجرة بسرعة هائلة، فتصبح أوراقها أقل غذاء، ولا تحوي كميّة كبيرة من البروتينات، وحينئذ، حتى لو اقتات الكوالا منها طوال النهار، فلن يشبع جوعه.

فائز؟

المبوِّق
(*Cygnus buccinator*)

ميزاته بعد أن أوشك على الانقراض في القرن الماضي، تُبذل جهود مشددة لحماية المبوّق.

تأثير الاحتباس الحراري يحتاج المبوّق إلى صيف طويل لرعاية صغاره وتجميع قواه قبل أن يهاجر في الشتاء. وهذا مناسب جدًا، لأنّ الربيع أصبح يصل قبل أوانه ويتأخر الشتاء في ألاسكا، حيث يتكاثر.

رد فعله اكتسبت الطيور صلابة أكبر، وتزايدت عددًا وعزّزت نطاق وجودها، وإن بقي على هذه الوتيرة، سيكون المبوّق من المستفيدين من الاحتباس الحراري.

M. QUINTON / MINDEN / BIOSPHOTO

إضاءة

البناء الضوئي
عمليّة يصنع النبات من خلالها الطاقة بفضل ضوء الشمس. خلال هذه العمليّة، يمتصّ ثاني أكسيد الكربون ويطرح الأكسجين.

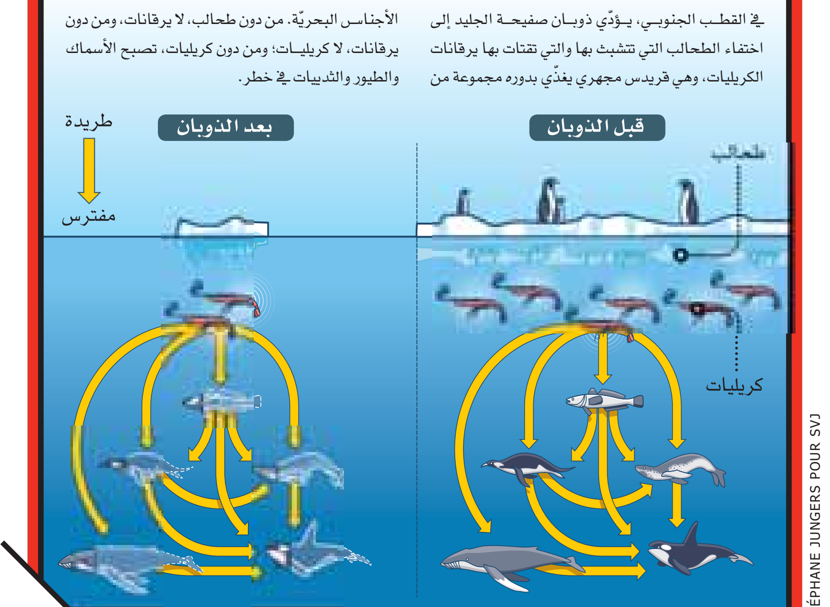
احذروا تأثير الدومينو!

لن تضطرب البيئات البريّة وحدها. ستتأثر المحيطات أيضًا وتهدّد بتأثير الدومينو عددًا من الأنواع التي تعتمد عليها (راجع الرسم إلى اليمين).

بالتأكيد، لن تستسلم الحيوانات والنباتات للموت من دون أن تقاوم. وتكثر الحلول أمامها: أولًا، محاولة الفرار للوصول إلى مناخات أبرد. ثم تغيير خططها، مثل تقريب مواعيد تناسلها، ورحيلها من أجل الوصول إلى ظروف مناسبة في فترة أقرب من السنة. في النهاية، لا خيار أمامها سوى التكيف مع المناخ، وإلّا الانقراض.

تأثير دومينو كارثيّ

في القطب الجنوبي، يؤدّي ذوبان صفيحة الجليد إلى اختفاء الطحالب التي تتشبث بها والتي تقتات بها يرقانات الكريليات، وهي قريدس مجهري يغذّي بدوره مجموعة من الأجناس البحريّة. من دون طحالب، لا يرقانات، ومن دون يرقانات، لا كريليات؛ ومن دون كريليات، تصبح الأسماك والطيور والثدييات في خطر.



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

الحل الأول

الفرار

بدأت الهجرة الكبيرة: في مواجهة ارتفاع الحرارة، تنتقل الحيوانات والنباتات باتجاه القطبين وتصعد إلى ارتفاعات أعلى، بحثًا عن بعض البرودة. في نصف الكرة الأرضيّة الشمالي، تبدو الظاهرة واضحة، فمنذ بداية القرن العشرين، تصعد الأنواع في كل عقد ٦,١ كم نحو الشمال كمعدل و٦,١ م نحو القمم. خلال مئة عام، اجتازت أكثر من ٦٠ كم!

اسألوا خبراء الطيور: أصبحوا عاجزين عن تحديد مكان أنواع الطيور، فبعض الطيور التي كانت تبني أعشاشها في شمال إفريقيا، انتقلت حاليًّا إلى جنوب أوروبا، مثل البلبل الشائع. بحسب فريديريك جيغي Frédéric Jiguet، مدير مركز أبحاث علم أحياء الطيور في باريس: "شاهدنا للمرّة الأولى بعض البلابل الشائعة تربّي ثلاثة صغار في الأندلس، وبعيدًا عن النوادر، هناك حالات كثيرة من هذا النوع بالتأكيد". كما انتقل غيرها من الأنواع إلى مكان آخر منذ مدّة. فراشة الملكة (*Danaus chrysippus*)، هي فراشة من إفريقيا وصلت هي أيضًا إلى جنوب إسبانيا في الثمانينيّات الميلادية من القرن الماضي، وقد أعجبها المناخ للغاية إلى حد استقرار مجموعات كبيرة منها هناك! الجدير بالذكر أنّ هذه الهجرة الإجبارية هي فرصة أيضًا لبعض الأنواع لتوسيع نطاق وجودها.

وقد واجه نوع آخر من الفراش الاحتباس الحراري في العام ١٩٨٠، وهو الأرغوس البنّي، فهاجر إلى شمال بريطانيا. وجد نوعا من نبات الجيرانيوم مغذيًا وواسع الإنتشار. النتيجة، يعيش فراش الأرغوس البنّي اليوم في منطقة تعادل ضعف مساحة المنطقة التي كان يعيش فيها منذ ثلاثين سنة!



GRÉGOIRE CIRADE POUR SVJ

إضاءة

النظام البيئي
هو وسط طبيعي تعيش فيها الأنواع الحيوانيّة والنباتيّة وتتفاعل في ما بينها.

يبقى أن تتمكّن من التحرك!

لكن، ليست كل الأنواع قادرة على التحرّك، وهنا تكمن المشكلة. يقول بونوا غينارد Benoit Guénard، وهو باحث في معهد العلوم والتقنية في أوكيناوا في اليابان: "إن كنتم تسكنون على قمّة جبل وارتفعت حرارة المناخ، فستعجزون عن الانتقال إلى ارتفاع أعلى" فحال ضفدع جبل أوكو (*Wolterstorffina chirioi*) ميؤوس منها (راجع الإطار إلى اليسار). وينطبق الأمر نفسه في الجزر، فالأنواع التي تقطن الجزر تعجز –ببساطة– عن الهرب، ويفسر الباحث فرانك كورشان Franck Courchamp من مختبر البيئة والتصنيف والتطوّر في أورسي بفرنسا قائلًا: "على الجزر، غالبًا ما تكون أجنحة العصافير ضامرة والذباب ببساطة عديم الجناح. فلا تجد كلّ هذه الأنواع العاجزة عن الطيران سوى

فائز؟

الثعلب الأحمر (*Vulpes vulpes*)

ميزاته نوع عام قادر على العيش في بيئات مختلفة للغاية –في الغابة كما في المدينة!– والتغذّي بطرائد متنوعة للغاية.

تأثير الاحتباس الحراري ارتفعت الحرارة في القطب الشمالي بسرعة تزيد مرتين إلى ثلاث مرات عن سرعة ارتفاعها في باقي الأرض خلال ١٥٠ سنة.

رد فعله تمكنّه الحرارة الأكثر اعتدالا من التوطّن في النصف الشمالي من الكرة الأرضيّة. نجده حاليًّا في المناطق التي ما وراء الدائرة القطبيّة.

تأثير الدومينو يتعدّى من الآن فصاعدًا على منطقة نسيبه، الثعلب القطبي. إذ يقتات الاثنان على القوارض الصغيرة نفسها، ولكن بما أنّ الثعلب الأحمر أكبر حجمًا وأكثر عدوانيّة، فهو يفوز من دون منافسة شديدة.

F.DESMETTE / BIOSPHOTO

حلّين إذن: التكيّف مع الظروف المناخية الجديدة أو الموت!".

ينطبق الأمر نفسه في القطبين: إنّ الحيوانات التي تعتمد على الصفائح الجليدية لتقتات وتتكاثر لا يمكنها التوجّه أكثر نحو الشمال في القطب الشمالي أو الجنوب في القطب الجنوبي، فبيئتها تتقلص حتمًا، وهذا ما يحصل للدبّ القطبي، الذي يمضي قسمًا كبيرًا من حياته على الصفائح الجليدية، حيث يصطاد الفقمات، وحيوانات الفظ، وأسماك الحفش الروسي، وعندما تذوب الصفائح الجليدية في الصيف، يذهب إلى اليابسة حيث يصوم أشهرًا طويلة. في حال استغرقت الصفائح الجليدية وقتًا طويلًا لتعود وتتشكل، سيواجه الدب القطبي صعوبة في البقاء على قيد الحياة.

وحتى عندما تتمكّن الأنواع من التحرك، فلن تنجو بالضرورة، إذ لا تتحرّك كلّها بالسرعة نفسها. يقول رومان بيرتران Roman Bertrand، وهو باحث في محطة علم البيئة الاختبارية في المركز الوطني للأبحاث العلمية بفرنسا: "الحيوانات متحرّكة، إلّا أنّ النباتات تنمو في أماكن محددة، فالطريقة الوحيدة لتهاجر هي بالتكاثر" ما يتطلّب منها نشر حبوب الطلع والبذور على بعض مئات الأمتار، وحتّى بعض الكيلومترات، من ثمّ -وحسب التقديرات- يمكن للأشجار أن "تتحرك" بمعدّل ١٠٠ متر في السنة. ما زلنا بعيدين كلّ البعد عن آلاف الكيلومترات التي يمكن أن يجتازها طائر مهاجر!

الغابات تحتضر

النتيجة، تقاسي الغابات الفرنسيّة وبخاصّة في السهول. اهتم رومان بيرتران بالنبات العشبي في تلك الغابات: الفربيون، والبنفسج، والقمعية الأرجوانية... "لإيجاد مناخ مناسب، على كلّ جيل قطع مسافة ٣٥ كم". إنّها مهمّة مستحيلة! في الجبل، تدبّر أمورها بصورة أفضل: بما أنّ الحرارة تنخفض على نحو أسرع على القمم، فعليها عبور مسافة أقصر، بالكاد أكثر من كيلومتر واحد، للحصول على بعض البرودة.

في النهاية، ينبغي ألّا تغيب عن أذهاننا كلّ تلك الأنواع التي تتمتّع بكلّ وسائل التنقل، ولكنّها تعجز عن ذلك إثر العوائق الطبيعية التي تعترض الطريق. سيشهد نسر- بوم أوزامبارا (bubo vosseleri) مثلًا وهو طائر يعيش في تنزانيا عكف عن هجرته الجماعية في الشمال بسبب سلسلة جبلية. فضلًا عن أنّ الحيوانات والنباتات ستجد نفسها أيضًا في مواجهة عوائق مختلفة اصطناعيّة (طرق سريعة، مدن، حقول مزروعة...). ولن يسهّل عليها الإنسان الأمر بسبب هوسه الدائم باحتلال مساحة أكبر!

الدّب البنّي القطبيّ «غرولار»، منقذ الدب القطبي؟

بما أنّ الفرار مستحيل، فلم لا يتزاوجان؟ بعد توجّهه المستمر إلى شمالي كندا، التقى الدب البنّي -في نهاية المطاف- نسيبه الدب القطبيّ. من الآن وصاعدًا، تتقاسم راحيات القدم منطقتها قسمًا من السنة، عندما تذوب الصفائح الجليدية في الصيف ويجبر العملاق الأبيض على العودة إلى اليابسة، وقد حصل ما كان متوقعًا حصوله: تهجُّن الدب البنّيَ مع الدب القطبي!

ثمة اليوم خمسة "غرولار" أو دببة بنيّة قطبيّة على الأقل ("غرولار" هو مصطلح ناجم عن دمج الكلمتين الإنجليزيتين "غريزلي" أي الدب البنيّ و"بولار" أي الدب القطبي). من الناحية الجسديّة، لا شيء استثنائي يميّز هذا الدب الهجين عن غيره: فروه أبيض، يميل قليلًا نحو البني. لكن المثير للإعجاب هو قدرته على التكاثر بما أن والديه قريبان من الناحية الجينيّة، بعكس البغل (المولود من فرس وحمار). فلن يكون من الغريب أن نتخيّل بروز جنس جديد في غضون مئة سنة. تكيّف ابتكاري للدب القطبي، الذي يهدّد الاحتباس الحراري طرائده ونطاق عيشه، والدب البنّي القطبي ليس سبّاحًا ماهرًا، لكن بوسعه أن ينوّع قائمة طعامه، بتناوله الفاكهة مثلًا. الخطر؟ ألّا يبقى الدب القطبي إلّا من خلال ذلك الهجين، وليس كنوع كامل.

S. KAZLOWSKI / LEFTEYEPRO.COM - SHUTTERSTOCK

خاسر!

T. DOHERT - BONE

ضفدع جبل أوكو (*Wolterstorffina chirioi*)

العائق يعيش في شمالي غربي الكاميرون على ارتفاع ٣ آلاف متر على قمة جبل واحد هو جبل أوكو، المشرف على علو ٣٠١٠ متر.

تأثير الاحتباس الحراري خلال السنوات القادمة، قد ترتفع الحرارة في شمال الكاميرون بمعدل ٠,٠٥ درجة مئويّة في السنة.

رد فعله إنّ البرمائيات حيوانات دمها بارد: تعتمد حرارتها الداخليّة على حرارتها الخارجية. ونظرًا لعجز هذا الضفدع عن التوجّه إلى ارتفاع أعلى، فهو يعاني جراء تغير المناخ.

تأثير الدومينو تأكل برمائيّات جبل أوكو الحشرات، وهي بدورها غذاء أنواع كثيرة من الطيور والأسماك. سيؤثر انقراضها من ثمّ في عمل تلك **<الأنظمة البيئيّة**.

الحل الثاني

تغيير المواقيت

عندما يضطرب الوضع، ربّما ترحل الأنواع، لكنّها قد تغيّر جدول توقيتها أيضًا. كيف؟ ببرمجة نشاطها قبل الموعد المقرر سابقًا بقليل، وهكذا تجد في قلب بيئتها الظروف التي تناسبها أكثر.

يعرف مراقبو الطبيعة هذه الظاهرة حق المعرفة: في بعض السنوات، عندما يأتي الربيع قبل أوانه، ويكون الطقس معتدلًا بشكل خاصّ، تظهر الزهور الأولى قبل وقتها المعتاد. في الواقع، بدأ الاستثناء يصبح القاعدة. في جبال الألب، أصبحت شجرة البندق تزهر قبل ١٧ يومًا مقارنة بالعام ١٩٥١!

تقديم الطيران الأول

وهذا لا ينطبق على النبات فحسب. في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، قدّم عدد كبير من الفراش –مثل فراشة الكرنب (*Pieris rapae*) وكولياس أوريثيم (فراشة الفصة) (*Colias eurytheme*)– تاريخ طيرانه الأوّل بعشرين يومًا تقريبًا، وفي هذا السياق، تقدّر دراسة واسعة أجريت على أكثر من ١٥٠٠ حيوان ونبات، تأخير الأنواع دورة حياتها بمعدل ٥,١ يومًا في العقد خلال السنوات الخمسين الأخيرة، وهذا ينطوي –أحيانًا– على فوائد. في اليوكون –مثلًا– في شمال كندا، أُبكر تاريخ ولادة السناجب الحمراء ١٨ يومًا منذ ١٩٧٥. عندما يولد الصغار يكون مصدر غذائها الأول الصنوبر (كرز الصنوبر) الأبيض متيسّرًا بغزارة. النتيجة، بات هذا النوع في أفضل حال ممكن! وهذا ينطبق على الزنبور الطفيلي كوتيزيا ميليتاروم (*Cotesia melitaearum*) الذي بوسعه أن يهنّئ نفسه على تغيير جدول مواعيده (راجع الإطار في أسفل الصفحة المقابلة).

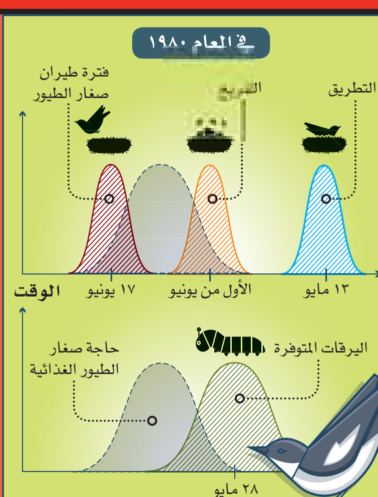
لكن المصاعب تزداد لأنّ الأنواع لا تتشاور عند تأجيل مخططاتها، فبعضها يقدّمها أسابيع عدّة، وغيرها يقدّمها بضعة أيام، أو لا يقدّمها مطلقًا، وهذا يثير فوضى عارمة في المواعيد التي اعتمدها حتى الآن عدد منها: حشرات ملقّحة ونبات زهري، طرائد وكائنات مفترسة... يشرح فينسان ديفيكتور Vincent Devictor وهو باحث في معهد علوم التطور في مونبولييه بفرنسا قائلًا: "المهم في علم البيئة ليس الأنواع واحدة بواحدة، وإنّما تفاعلها في ما بينها، والتغيير المناخي يحوّل هذه التفاعلات". يعدّ ملتهم الذباب الأبقع (راجع الرّسم

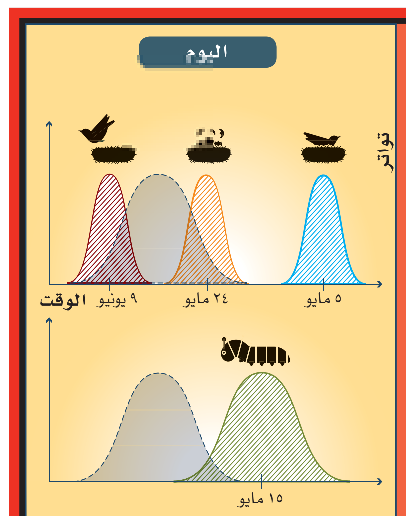
غير معقول... لن ننتظر ساعة لتناول طعام الفطور!

STÉVEN CAMUS POUR SVJ

هل فات الأوان على ملتهم الذباب الأبقع؟

يمضي هذا الطائر الصغير الشتاء في إفريقيا الغربية. عندما كان يعود إلى أوروبا في الربيع، يتكاثر ثم يضع بيضه عند حوالى منتصف شهر مايو، فقد كان يستفيد من فترة تكثر فيها اليرقانات التي تأكلها صغاره، لكنّه –ومع أنّه قدّم تاريخ التبييض (بداية مايو)– بات يجد اليوم عددًا أقل من اليرقانات، لأنّ هذه الأخيرة تختبئ قبل موعدها في شرنقتها. النتيجة: يصعب على هذا النوع أن يؤمّن القوت لصغاره.





STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

خاسر؟

MANFRED DANE GGER / PHOTOSHOT / BIOSPHOTO

اليحمور
(*Capreolus capreolus*)

العائق لتأمين قوت صغيرها، تحتاج الأنثى المرضعة إلى أعشاب جديدة يسهل هضمها وذات قيمة غذائيّة عالية للغاية.

تأثير الاحتباس الحراري أصبح الربيع يحلّ قبل أوانه. في غابات شامبان، يظهر النبت الأول قبل ثمانية عشر يومًا كمعدّل مقارنة بالعام ١٩٨٥، أي في آخر شهر أبريل.

كيف يستجيب بصعوبة. منذ ثلاثين سنة، لم يتغيّر تاريخ وضع اليحمور، فهو يضع صغاره في الـ ١٥ من مايو تقريبًا. في ذلك التاريخ، يكون النبت الجديد قد نما جيّدًا فتتدنّى جودته. النتيجة، تتعذّب الإناث في صنع كميّات كافية من الحليب لصغارها وينتهي بها الأمر أحيانًا بالتخلي عنها.

تأثير الدومينو في الوقت الحالي، لا يتراجع عدد مجموعات اليحمور، لكن تقدمها في تباطؤ.

إلى اليمين) من وجهة النظر هذه حالة نظريّة نموذجية، وكذلك المرموط أصفر البطن من جبال الكولورادو الصخرية، فقد أخّر برنامجه وإن لم يكن مضطرًا إلى ذلك، ليخرج من سباته في الربيع، ويتابع الاعتماد على حرارة الجو. مع الاحتباس الحراري، أصبح يخرج اليوم قبل عشرين يومًا من موعده منذ ثلاثين عامًا. بيْد أنّ الطبيعة تكون حينئذ خالية تمامًا من الأعشاب والأوراق، وعلى الرغم من ارتفاع درجة الحرارة، إلّا أنّ الثلج لا يكون قد ذاب بعد عند ارتفاع ٣ آلاف متر. فلا يجد المرموط نباتًا يقتات به، وبانتظار ذوبان الثلج، يمكنه الاعتماد على مخزونه الدهنيّ بضعة أيام، ولكن في حال خرج من سباته أبكر بعد من ذلك -وهو أمر يتوقع أن يحصل مع الحرارة المناخيّة المرتقبة في السنوات المقبلة- سيطول صومه وقد يواجه خطر الموت جوعًا، وبالعكس، يفيد هذا النوع من تعطيل التزامن عند نوع منعزل أنواعًا أخرى بشكل مباشر، ومن بين الأنواع المستفيدة من التغيير المناخي، نجد الجواثم الصغيرة التي يتطفل الوقواق على عشها.

خدعة ماكرة للوقواق

نعرف ماذا يجري: حالما يفقس الوقواق الصغير، يتخلّص من كلّ البيض أو الصغار في العش، فتضيع الفقسة وتربّي الجواثم مسخًا نهمًا تخاله من ذريتها. اليوم -ومع الاحتباس الحراري- يتباعد تاريخا هجرة المتطفل والمتطفل عليه، وأصبح الوقواق يعود من إفريقيا قبل ٥ أيام من موعده مقارنة بالأربعين عامًا الأخيرة. أمّا الطيور التي تحتلّ عشّها وتهاجر إلى أماكن أقرب، فتعود قبل ١٤ يومًا من موعدها! النتيجة: عندما يصل الوقواق، تكون الصغار قد فقست وأصبحت كبيرة بما يكفي لمنع الوقواق من وضع البيض في عشها، وهكذا يغدو عصفور الشوك وجشنة الحقول أقلّ عرضة لأذى المتطفّل عليهما. يقول فريديريك جيغي Frédéric Jiguet في هذا السياق: "إن كان الفائزون يربحون، فهذا لأنّ الخاسرين يخسرون!".



VISUALS / NATURE PL

الزنبور الطفيلي
(*Cotesia melitaearum*)

ميزاته يعتمد نموه على الحرارة. كلّما ازدادت الحرارة، كان نموه أسرع.

تأثير الاحتباس الحراري يتطفل الزنبور الطفيلي على يسروع فراش البوقية ميليتي سينكزيا (*melitae cinxia*). حتى الآن، حسب تقلّبات الحرارة الموسميّة، كان الزنبور يصل إلى مرحلة البلوغ إمّا قبل تحوّل مضيفته إلى نغفة أو بعده، ولا يتطفل عليها وهذا مؤكد، لكن الاحتباس الحراري يؤدّي إلى ظهور الزنابير البالغة في الربيع قبل أوانها.

رد فعله أصبح من الآن وصاعدًا أكثر تناغمًا مع مضيفته، ما يتيح له التطفل عليها بشكل ناجح أكثر مما سبق.

تأثير الدومينو عند معظم الفراش، يتحوّل اليرقان الذكر إلى نغفة قبل الأنثى. في حال اعتدى الزنبور على مضيفته قبل الأوان، سيتطفّل على الذكور بشكل أكبر، ما سيحدث تعديلًا في توزيع جنسي فراش ميليتي سينكزيا (*melitae cinxia*) وتعريض ذلك النوع للخطر.

الحل الثالث

التكيّف

عندما تعجز الأنواع عن الهروب، لا خيار أمامها سوى ملازمة مكانها والتكيّف معه. يُملي التكيف الجذري عليها تعديل تشكلها. فعلى سبيل الاستجابة للاحتباس الحراري، قلّص الجرذ كثيف الذيل من نيومكسيكو حجمه كثيرًا: خلال أقل من عشر سنوات، صغر حجمه بنسبة ١٦٪! ما أهميّة هذا التغيير في الشكل؟

أصبح هذا الحيوان أصغر حجمًا وازدادت مساحة جلده نسبة لحجمه، ما يمكّنه من التخلّص من الحرارة بصورة أفضل لتجنّب تحمية الصيف. كما ينطوي تقليص الحجم بتعديل النمو على فائدة أخرى: وهي البقاء في بيئة يكون فيها الغذاء نادرًا. لهذا السبب فإنّ الجرذ كثيف الذيل ليس الحيوان الوحيد الذي تقلّص حجمه: الدببة القطبية، الغزلان، طيور النورس، السلاحف، الإغوانات، والسحالي... من بين ٨٥ نوعًا درسها عالما الأحياء من جامعة سنغافورة، صغر حجم أربعين نوعًا منها خلال السنوات العشرين الأخيرة!

التغير أو الموت

وجه آخر للتكيّف: تعديل الفيسيولوجيا، بعبارة أخرى وظائف الأعضاء أو الخلايا. هكذا ينشط المرجان العملاق أكروبورا هياسينثوس (*Acropora hyacinthus*) <مورّثاته> التي تعينه على زيادة تحمّله للحرارة (راجع الإطار على اليسار في الصفحة المقابلة). ويوضح ولفريد تولييه Wildried Thuillier، وهو باحث في مختبر علم بيئة الألب في غرونوبل بفرنسا: "يتعيّن على الأنواع أن تكون طيّعة لتحمّل التغييرات في بيئتها، وهذا ما نسمّيه لدونة" ولكن لسمة اللّدونة حدود. "يأتي وقت تتجاوز فيه التغييرات ما يمكن للحيوانات أن تتحمّله". هل حكم على عدد من الأنواع بالانقراض؟

هذا ينسينا الانتقاء الطبيعي، تلك العملية التي تُبرز في قلب مجموعة ما من الكائنات الحيّة، الحيوانات الأكثر تكيّفًا مع البيئة. يقول ولفريد توليية في هذا السياق: "تتضمّن بعض المجموعات الحيوانيّة، حيوانات تتكيف مع حرارة تبلغ ٤٠ درجة مئوية، وهي ليست كثيرة في الوقت الراهن، ولكن عندما تزداد الحرارة، ستنفُق الحيوانات التي كانت قد تكيّفت مع حرارة أقل. وحدها الحيوانات المتكيّفة مسبقًا ستبقى على قيد الحياة وتنتشر ضمن مجموعة الكائنات الحيّة". من ثَمّ، يجبر التغيير المناخي الأجناس على التكيّف، ويضيف ميشال لورو Michel Loreau –الباحث في محطة علم البيئة الاختبارية التابع للمركز الوطني للأبحاث العلمية في موليس بفرنسا– قائلًا: "تدفع إرادة الخالق الحيوانات والأنواع في اتجاه معين بعد أن تزودها بالقدرات اللازمة".

يبدو أنّ الدروسفيلا سوبوبسكورا (*Drosphila subobscura*) –وهي ذبابة فاكهة صغيرة– تتمتّع بتلك القدرات، فقد بدّلت <صبغيّاتها> ردًّا على التغيير المناخي! أصبح ذلك النوع موزّعًا في مناطق عدّة من العالم في ظلّ مناخات مختلفة.

إضاءة

الصبغيات هي أشبه برزمة تغلّف الحمض النووي، أي الجزيئة التي تحمل **مورّثات** كائن حي.

مورّثات تضمن السير الحسن لوظائف الخلايا والأعضاء.

الأفعى النمر، بطلة التكيف



اليوم

تسمانيا

جزيرة كينغ

STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

إذا استمرت الحرارة في الارتفاع، سأنزع غدًا الجوارب!

STÉVEN CAMUS POUR SVJ

منذ ٢٠ ألف سنة، كانت تعيش الأرض فترة جليديّة وشكّلت أستراليا قارة واسعة مع غينيا الجديدة (الخريطة إلى اليمين). تقتات الأفعى النمر، الصغيرة الحجم، بالضفادع والسقايات. بعد ثلاثة الآلف سنة، رفع الاحتباس الحراري مستوى المحيط، ما أوجد جزرًا مختلفة (الخريطة في الوسط). لا تجد الأفاعي النمور العالقة في تلك الأراضي الصغيرة -مثل جزر كريسماس ونيو يير، بقرب جزيرة كينغ في عرض بحر تسمانيا (الخريطة إلى اليسار)- في متناولها إلا طرائد أكبر، مثل صغار النورس. فإمّا أن تتكيّف أو أن تموت. على مدى الأجيال، لن تنجو سوى الأفاعي ذات الرأس الأكبر والفكّين اللذين يفتحان عريضًا: تلك الأفاعي تقتات بصورة أفضل، فتكبر بسرعة أكبر وتتكاثر أكثر. بسرعة، زُوّدت الأفاعي النمر من جزيرة كينغ بهذه البنية، بعكس الأفاعي التي بقيت على القارة.

حتى السبعينيّات الميلادية من القرن الماضي، كنّا نجد تلك الذبابة بين حوض البحر الأبيض المتوسط واسكندنافيا فقط، لكنّها استوردت -بالمصادفة- إلى أمريكا الجنوبيّة والشماليّة، حيث انتشرت منذ ذلك الوقت، وقد خطرت للباحثين فكرة مقارنة صبغيّات تلك المجموعات المختلفة، وتكيفها منذ أن احتدم الاحتباس الحراري، أي منذ أربعين عامًا تقريبًا، ولاحظوا أنّ ما كان يميز ذباب المناطق الحارّة -أي تعاكس سلاسل الحمض النووي في صبغيّاتها- أصبح منتشرًا عند ذباب المناطق التي كانت حتى الآن أكثر برودة.

لا يقتصر الأمر على وظائف الأعضاء إذ يمكن أن تسيطر المورّثات أيضًا على السلوك الخاضع بدوره للانتقاء الطبيعي! استقر أبو قلنوسة منذ مدّة طويلة خلال موسم الشتاء في إسبانيا، ولكن في يوم من أيام ديسمبر ١٩٦١، تم العثور على أبو قلنوسة في إيرلندا! منذ ذلك الوقت، يتزايد عدد الطيور التي تَسْبُت على واجهة الأطلسي والجزر البريطانية، فهي تتمتّع بميزة واضحة: الطريق أقصر، لذا تعود بصورة أسرع إلى أراضيها، وهناك، تحتلّ أفضل الأماكن لتشيد أعشاشها وتتكاثر بطريقة أفضل، لكنّ العلماء أظهروا في المختبر أنّه تكيّف جيني. عند تهجين الطيور التي تهاجر إلى مسافات قريبة فيما بينها، يصبح النوع قليل التنقل ويتوقّف عن السفر بعد ثلاثة أو ستة أجيال!

لن تنجو كلّها...

كما رأينا، لا تعاني الحيوانات والنبات من أيّ نقص في الموارد لمواجهة التغيير. يقول ميشال لورو Michel Loreau: "تتمتع الأنواع بقدرات تكيّف أسرع مما كنّا نتخيّل" لكن إرادة الخالق لم تكتب لها البقاء كلها. وحدها المجموعات المؤلفة من حيوانات شديدة التنوع الجيني، ستحظى بفرصة تكيّف إحداها مع الظروف الجديدة. من ناحية أخرى، ستكون المجموعات التي تضمّ حيوانات متشابهة جينيًّا أكثر حساسية لتغير المناخ. يبدو أنّ البيكا الأمريكي هو من ذلك النوع لسوء الحظ (راجع الإطار إلى اليمين). من دون تدخّل الإنسان، يبدو مستقبله عرضة للخطر. ■

فائز؟

مرجان جزر ساموا
(*Acropora hyacinthus*)

ميزاته بخلاف غيره من المرجان، يبدو قادرًا على التكيّف بسرعة مع الاحتباس الحراري في بيئته.

تأثير الاحتباس الحراري يأوي ذلك المرجان طحالب مجهريّة هي طحالب زوكسانتيل zooxanthelle التي تمدّها بالمغذيّات. عندما تحمى المياه، تفرز الطحالب سمومًا مؤذية للمرجان، الذي يجبر عند ذلك على طردها. النتيجة: تنفق.

رد فعله عندما ترتفع حرارة المياه، ينشط هذا المرجان مورّثاته التي تجعله مقاومًا للسموم.

تأثير الدومينو تشكل المناضد الكبيرة التي يصوغها ذلك المرجان مخابئ لسمك الشفنين وأنواع عدّة من الأسماك، ستستفيد إذًا من تكاثر ذلك المرجان.

خاسر؟

JOHN CANCALOSI / BIOSPHOTO

البيكا الأمريكي
(*Ochotona princeps*)

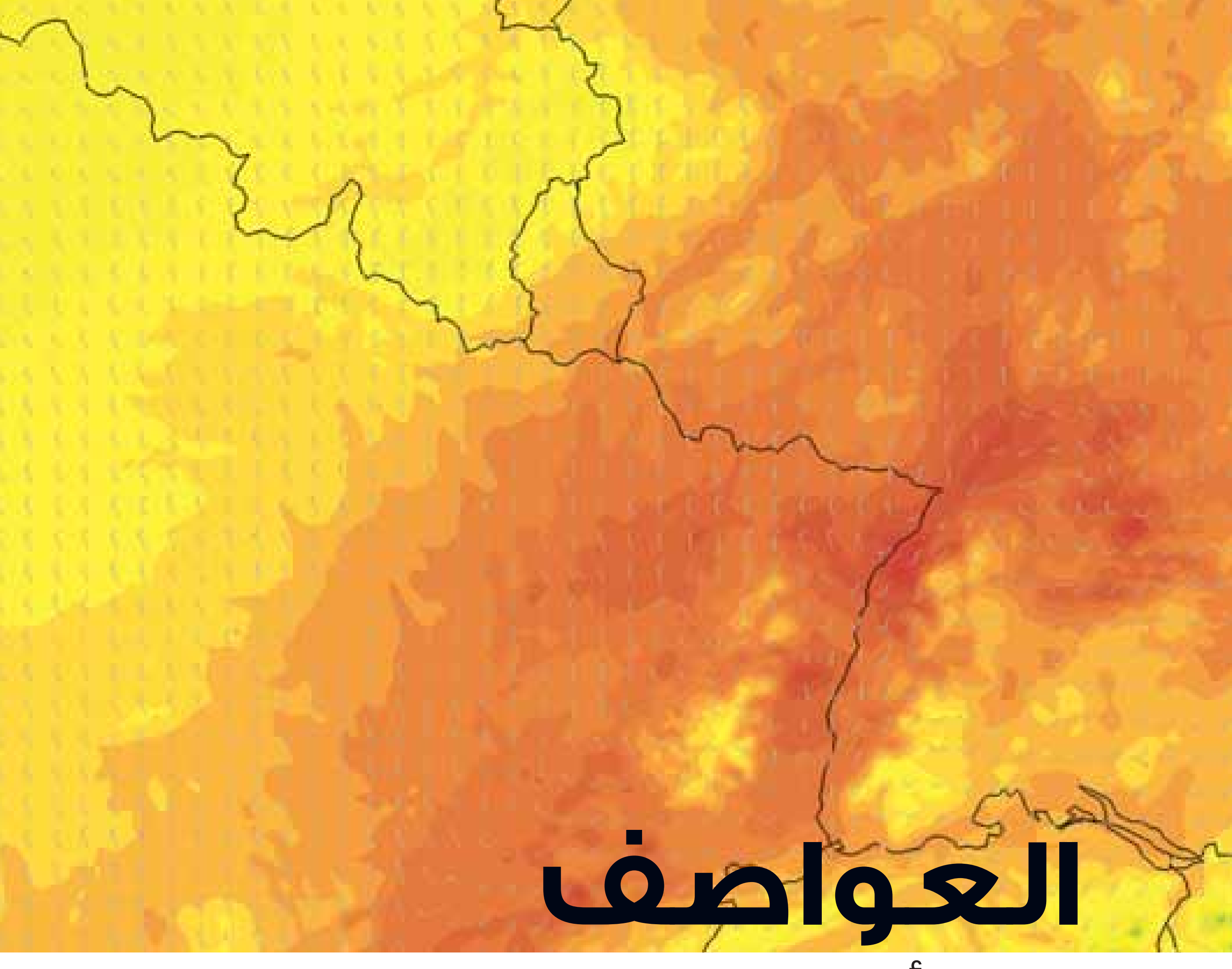
العائق يعيش على قمّة الجبال، في غرب الولايات المتحدة الأمريكية، وقد تكيّف جيّدًا مع المناخ شديد البرودة، ويتقن الاحتفاظ بحرارته الجسديّة إلى حدّ أنّه لا يحتمل أدنى ارتفاع في حرارته، فإذا تعرّض لحرارة أعلى من ٣١ درجة مئويّة مات خلال نصف ساعة.

تأثير الاحتباس الحراري خلال القرن المقبل، من المتوقّع أن ترتفع الحرارة في موطنه من درجة إلى ثلاث درجات مئويّة.

أقادر على التكيف؟ إنّه أكثر اختصاصًا من اللّزوم. أكثر من ثلث مجموعات البيكا في غرب الولايات المتحدة نفقت في المناطق التي تأثرت أكثر من غيرها من الاحتباس الحراري.

---

(1) RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE LES GAGNANTS ET LES PERDANTS, Science & Vie Junior 300, P 28-37
(2) Marie-Catherine Mérat



العواصف

يمكن أن نتوقعها بدقة تقارب الكيلومتر الواحد[1]

إنها معضلة عالم الأرصاد الجوية: أن يعرف بالضبط أين ستضرب العاصفة؟ فيما أن تلك الظاهرة محددة إلى أبعد الحدود في الفضاء. يخول نموذج معلوماتي من الآن وصاعداً قياس هذا الخطر بدرجة من الدقة لا مثيل لها. الشرح.

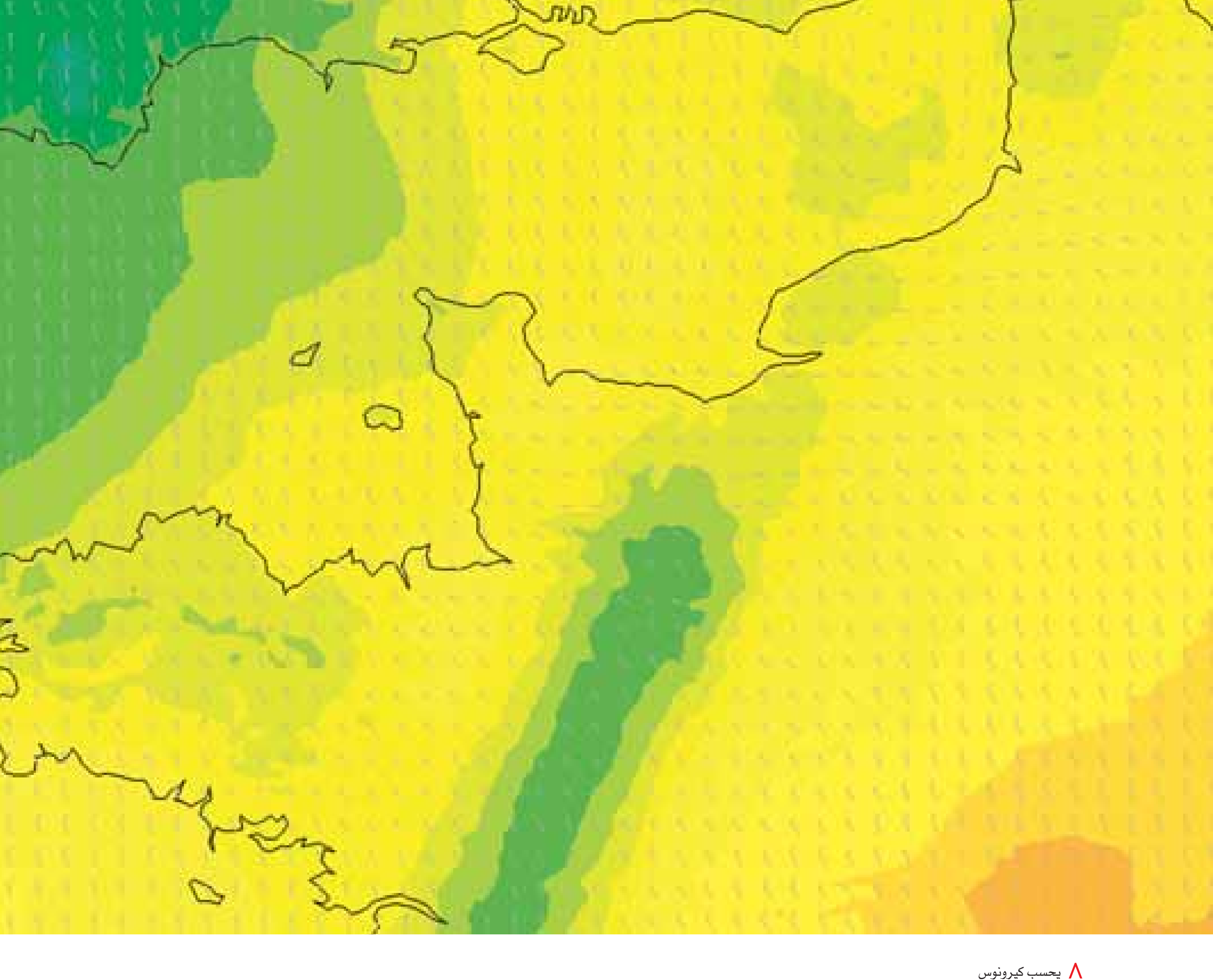
بقلم: بينو ري[2]

في هذا الصيف ضرب جوبيتر بقوة مرة أخرى. كم من المزروعات دمرتها العواصف؟ وفي كل مرة مع ذلك، نجت قطع أرض مجاورة بأعجوبة.

في الواقع إن العواصف ظواهر محددة المواقع إلى حد كبير، بمقياس الكيلومتر. لا تستغرب إذًا أنها مرت حتى الآن ضمن نماذج التوقع - تحمل الأرصاد الجوية الفرنسية الرقم القياسي في الدقة وهو ٢,٥ كلم.

إلا أن هذا الرقم القياسي قد حطمته مؤسسة خاصة تدعى كيرونوس Keraunos، وضعت نصب عينيها محاكاة حصول العواصف بدقة تبلغ كيلومترًا واحدًا فحسب! وهذا بفضل نموذج معلوماتي نتج عن شراكة بين ١٥٠ منظمة وجامعة أمريكية، تحت إسم "البحث في الطقس وتوقعات المناخ" Weather Research and Forecasting (WRF) ويختص هذا النموذج في الظواهر المناخية على مقياس صغير.

عند تطبيقه على فرنسا، تمكن



∧ يحسب كيرونوس خطر الأمطار والصواعق وما شابه، بدقة كيلومتر واحد لوضع خرائط وطنية لاحتمال هبوب العواصف (هنا، كلما اقتربنا من الأحمر، ازداد الخطر).

متوقعو كيرونوس من تحديد قبل ٣٠ ساعة، تطور الظواهر التي تشكل عاصفة: موقع الهواطل وكميتها، سرعة عواصف الرياح، حدة الصواعق، سقوط البرد... حتى قطر حبات البرد!

عشرات من المتغيرات

يقول إيمانويل ويسوليك Emmanuel Wesolek وهو رئيس المؤسسة: "إن الانتقال إلى مقياس الكيلومتر حصل بصعوبة كبيرة. اضطررنا إلى بذل أقصى جهودنا لمضاعفة قوتنا الحسابية.

وعلى المستوى العلمي، أخذنا بعين الاعتبار عوامل قد تهمل بسبب خفض المقياس". ففي فيزياء الماء يحدث نقل للطاقة عندما يتغير حالها. يشير فرانك رو Frank Roux مدير مختبر علم الهواء في تولوز قائلًا: "عند هبوب عاصفة، ينتقل الهواء باستمرار من وضع تدفق إلى وضع آخر (إما إنزلاقي، على صورة نهر يتدفق ببطء، بانتظام؛ وإما مضطرب، مثل مجرى مائي سريع تتشكل فيه الدوامات)، إنه سلوك ←

الرهانات

معرفة إمكانية تأطير مظاهرة متوقعة أم لا في الهواء الطلق بتحديد مسبق للعدد الكافي لرجال الإطفاء... إن التوقع الدقيق للعواصف أمر حاسم للحد من الأضرار التي تتسبب بها العواصف الثلجية، والأمطار المنهمرة بقوة والفيضانات، والبرد أو الصواعق. يواجه كل من البشر، والماشية، والمحاصيل، والمساكن والمركبات خطر التعرض لأضرار بسببها. كل سنة في فرنسا، يتسبب البرد بأضرار في الزراعة تقدر بـ ٥٠٠ مليون يورو، وبأضرار في المباني والسيارات تقدر بـ ١٠٠ إلى ٣٠٠ مليون يورو.

KERAUNOS

← قد لا تأخذ بعين الاعتبار نماذج تتسم بدقة تفاصيل أقل".

عمليًا، يجمع فريق كيرونوس مرتين في اليوم البيانات الإرصادية الرئيسة: حرارة، ضغط، سرعة الرياح ووجهتها... كمجموع خمسة عشر متغيرًا تقريبًا، سجلتها محطات الأرصاد الجوية والأقمار الاصطناعية. ثم يدخلها في جدول على الحاسوب يبلغ مقياس مربعاته ٤٥ كلم - بكلام واضح أكثر، الخبرة في حالات مشابهة سابقة".

ينشر كيرونوس مجانًا قسمًا صغيرًا من تجاربه على موقعه. تستبقى التوقعات الكاملة للزبائن المحترفين، للمزارعين وشركات التأمين في الأساس.

ومصلحة الأرصاد الجوية الفرنسية؟ تملك المؤسسة العامة نموذجها الخاص للتوقعات الرقمية، يدعى أروم... الذي لم يستغل بعد تحت مقياس الـ ٢,٥ كلم لسببين. يقول جان ماري كارييير

محاكاة عاصفة أسترالية بدقة ١٠٠ متر تقريبًا

يدفع الباحثون تصميم بعض الظواهر المناخية المميزة على مقياس أصغر حتى. في دراسة ستصدر قريبًا، قام جان بيار شابورو Jean-Pierre Chaboureau من مختبر علم الأجواء في تولوز، فرنسا بمحاكاة بفضل النموذج الفرنسي ميزو-ن.هـ. Méso-NH، تصرفات هيكتور، وهي عاصفة تحصل بانتظام في شمالي أستراليا مع دقة بالتفاصيل حطمت الأرقام القياسية ١٠٠ متر على ١٠٠. تمكن بالتالي أن يحدث من جديد بأمانة تطور المزن الركامية وتأكيد قياسات الأرصاد الجوية التي تقول إن الغيمة تصل إلى الارتفاع الأقصى وهو ١٩ كلم وتحقن الماء في طبقة الستراتوسفير. الرهان هنا يقوم على فهم مساهمة العواصف الاستوائية في نقل الماء إلى قبل الستراتوسفير بصورة أفضل بالإضافة إلى توقع الطقس.

تنقسم المنطقة "مربعات" يبلغ طول ضلعها ٤٥ كلم. وبعد ٥ ساعات من الحساب، يحصل نموذج البحوث حول الطقس وتوقعات المناخ WRF من تلك البيانات على خرائط توقع للعواصف. ولا تكون كلها في محلها. يتدخل متوقع محنك ليفرزها. يشرح إيمانويل ويسوليك قائلًا: "يقضي دوره بالاختيار من بين السيناريوهات المتوقعة، السيناريو الأكثر مصداقية. ويعتمد في ذلك على مجموعة من نماذج عدة، مزودة بدقة تفاصيل وبمعايير فيزيائية مختلفة، إلى جانب Jean Marie Carrière مدير التوقعات في مصلحة الأرصاد الجوية الفرنسية، أولًا: "لن يجدي ذلك نفعًا إن كانت مربعات بيانات المراقبة لن تنخفض من ٥ إلى ١٠ كلم". ثم أن عاصفة الصيف هي ظاهرة تتدرج في الجو بالعرض كما بالطول. يحدد قائلًا: "تتطلب زيادة دقة التفاصيل الأفقية إذًا «تقطيع» أيضًا الجو بالطول بـ ٦٠ مربعًا على الأقل يبتعد أحدها عن الآخر ٢٥٠ مترًا". وفقًا له، أروم قادر على العمل بشكل صحيح بدقة تفاصيل مرتين أدق من كيرونوس، لكن مقابل وقت أطول من الحساب إلى حد أن عبارة توقع تصبح سخيفة: لن تصبح متوفرة إلا قبل بضع ساعات من الاستحقاق!

لا يخضع نموذج البحوث حول الطقس وتوقعات المناخ WRF لتلك المتطلبات النظرية. "يكتفي" بـ ٣٨ مربعًا عموديًا يبتعد كل واحد منها عن الآخر ٤٥ كلم من أجل البيانات الأساسية.

قريبًا أكثر دقة بعد

لكن عمليًا... ظهر أن توقعاته مقنعة. يقول إيمانويل ويسوليك: "في الـ ٢١ من مايو الماضي، اكتسح خط عاصفي جنوبي غربي فرنسا. استبق نموذجنا هيكليته بالتحديد، وسرعة تنقله وعصفات الريح التي ترافقه". وأضاف معترفًا أنه لا يدعي العثور على النموذج المثالي. أعلن التالي: "من المتوقع أن يؤدي التحسين المقبل لمربعات البيانات الرئيسة، من ١٥ كلم، إلى التوصل إلى نتائج دقيقة".

من جانبها، تنوي الأرصاد الجوية الفرنسية النزول إلى دقة تفاصيل من ١,٣ كلم في غضون العام ٢٠١٥، بفضل حواسيبها فائقة السرعة. النتيجة المثالية بحسب جان ماري كارييير تكمن في النجاح "بتوقع عواصف قبل ست إلى اثنتي عشر ساعة بمقياس بلدية صغيرة". وفي أحد الأيام، من يعرف، قد تكون توقعات عواصف الصيف ربما دقيقة للغاية إلى حد أنها ستخولنا حرفيًا... المشي بين نقاط المطر.

* للاستزادة

للمشاهدة: توقعات العواصف على موقع كيرونوس، والصفحات المخصصة لتحسين التوقعات على موقع الأرصاد الجوية الفرنسية، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

(1) ORAGES: ON PEUT LES PRÉDIRE À 1 KM PRÈS, Science & Vie 1164, P 96-98
(2) Benoît Rey



لغز النفايات البلاستيكيّة المفقودة

محيطاتنا- كما نعرف- تلوّثها إلى حدٍّ كبير النفايات البلاستيكيّة، وقد جال فريق من الباحثين الإسبان طوال سنتين في بحار الأرض كلّها لقياس مدى هذه الكارثة، وقاموا بأخذ عينات من سطح الماء، فأصابهم الذهول! إذ لاحظوا أنّ كميّة الحطام البلاستيكي العائم (من ١٠ آلاف إلى ٤٠ ألف طن) كانت أقل ١٠٠ مرة ممّا توقعوه. هل هو خبر سار؟ على الإطلاق. منذ ستينيات القرن الماضي، ألقيت في المحيطات ملايين جمّة من أطنان النفايات البلاستيكية، وبما أنّ هذه المادة تحتاج إلى عقود بل قرون لتتفكك، فلا بدّ من أن تكون ملايين الأطنان من النفايات المفقودة تلك في مكان ما، ولكن أين؟ إنّ الفرضيتين المقترحتين من قبل الباحثين لا تدعوان إلى الاطمئنان قط. من جهة، قد تكون النفايات الأكبر حجمًا، مثل: الزجاجات أو الأكياس قد انجذبت على الأرجح إلى الأعماق. بيد أنّ البلاستيك لا يمكنه أن يتفكّك في تلك المياه المظلمة وقليلة التقلّب، ما يعني أنّ التلوّث يتراكم في الأعماق منذ خمسين سنة! لكنّ الأمر انتهى بمعظم تلك النفايات -على الأرجح- في أحشاء حيوانات بحريّة. فتحت تأثير الأمواج والشمس، يتمزق البلاستيك إربًا إربًا ويصغر مع الوقت، حيث يتراوح حجمه من ميليمتر إلى ميكرون، فتبتلعه الأسماك والقشريات والرخويات التي تخلط بينه وبين العوالق الحيوانية. إنّ القدر الهائل من البلاستيك المفقود يجعل العلماء يخشون إذًا تلوثًا شاملًا يصيب تلك الأنواع، فتصبح حياتها -من ثمّ- عرضة للخطر. **C.P.**

جمعت تلك القطع البلاستيكية في المحيط الهادئ.

PIERRE HUGUET-DUBIEF / BIOSPHOTO - ENVIRONMENTAL IMAGES / UIG / PHOTO NON STOP

ابتداءً من العام ٢٠١٦

هل سيختفي الكيس البلاستيكي فعلاً؟[1]

يقضي تعديل على مشروع نظام التنوّع الأحيائي الذي اقترحته وزيرة البيئة الفرنسية سيغولين رويال بمنع استعمال الأكياس البلاستيكيّة المخصّصة لاستخدام واحد ابتداءً من الأول من يناير ٢٠١٦. تُصنع هذه الأكياس خلال ثانية وتُستعمل لمدّة عشرين دقيقة، ويوزّع ١٧ مليار منها في فرنسا، ثم يُرمى كيس من أصل ثلاثة أكياس في مكبّ للنفايات ويُرمى كيس من مئة في الطبيعة. بم نستبدلها، مع العلم أن الفرنسي الواحد يستعمل ٨٠ كيسًا منها في السنة تقريبًا؟ من شأن مشروع القانون السماح -عند ماكنة دفع المشتريات- بأكياس يعاد استعمالها (أكياس بلاستيكيّة للتسوّق سميكة أو منسوجة)، واقتراح استعمال أكياس غير قابلة للاستخدام مرّة أخرى بالنسبة إلى المأكولات التي تباع بالوزن، إنّما قابلة للتحول إلى سماد. جولة أفق على البدائل وتأثيرات كل نوع من أنواع الأكياس في البيئة.

يحتلّ البيع في الأسواق والمتاجر الكبرى أعلى قائمة الاستعمالات

تستعمل الأسواق المركزيّة الكبيرة أكياسًا بمقدار يقلّ ١٤ مرّة عنها في العام ٢٠٠٢، لكنّ البيع في البقالات ومتاجر المأكولات لا تزال تستعملها استعمالاً بالغًا.



من بين البدائل الخمسة للكيس البلاستيكي، بديل واحد قابل للتدوير وهو الورق



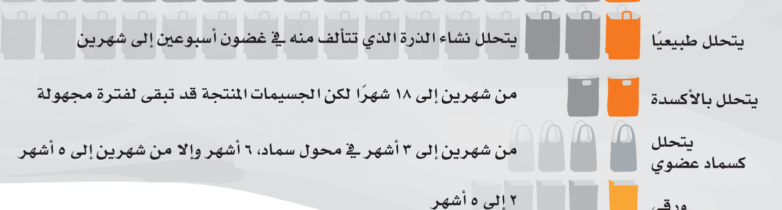




غير قابل للتدوير
قابل لإعادة التدوير
قابل للتحليل كسماد عضوي

تحلّل: من أسبوعين إلى ٤٥٠ عامًا

مخزّنة في مكبّات النفايات أو متروكة في الطبيعة، تحتاج أنواع الأكياس المختلفة من أسبوعين إلى قرون عدّة لتختفي.



CHRISTOPHE MARTIN

تحافظ أكياس التسوّق على البيئة بشكل أفضل

أكياس التسوّق المعاد استعمالها هي أقلّ أذى للبيئة شريطة استعمالها ٥ مرّات على الأقل. الجدير بالذكر أنّ صناعة كيس ورقي تحتاج ٣,٣ أضعاف ما تحتاج إليه صناعة كيس بلاستيكي من الماء.

	ما نحتاج لصنعها		ما ينتج عنها	
	ماء (لتر)	طاقة (ميجاجول)	نفايات صلبة (كجم)	ثاني أكسيد الكربون (كجم)
ورق (٥ أكياس لاستعمال وحيد)	٨٧٥	١٥٠٠	١٠٥	٢٥
بلاستيك (٥ أكياس لاستعمال وحيد)	٢٦٥	١٥٠٠	٥٥	١٤
يتحلل طبيعيًا (٥ أكياس لاستعمال وحيد)	٢٣٥	٩٢٥	٤٥	١١
كيس التسوق (٥ استعمالات)	١٧٠	١٠٠٠	٣٦	٨,٥

التحويل إلى خليط من سماد: آليّة صناعيّة ينبغي ابتكارها

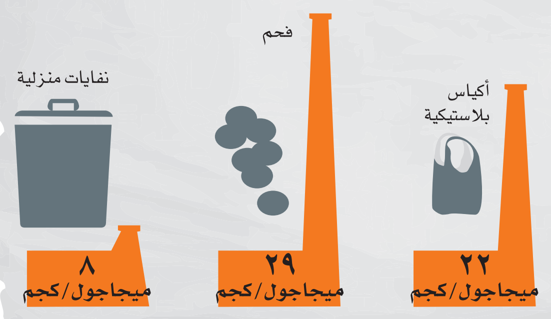
ما من إطار صناعي لإنتاج الأكياس القابلة للتحلّل والتحوّل إلى سماد. فهي لتتحلّل في الطبيعة تستغرق وقتًا أكثر بمرّتين أو ثلاث مرات، وتأكلها الحيوانات.



SOURCES: UE

الحرق بدلاً من إعادة التدوير

تحرق الأكياس البلاستيكية القابلة نظريًا لإعادة التدوير، فتنتج طاقة تكاد تكون مماثلة بها للفحم، وتزيد حوالي ٣ مرات عن النفايات المنزليّة.



SOURCES: ADEME, PAPREC, CENTRE NATIONAL DU RECYCLAGE

محاولات منع متكررة

يحظر قانون التوجيه الزراعي في فرنسا الذي صدر في العام ٢٠٠٦ الأكياس غير القابلة للتحلل الحيوي ابتداءً من يناير ٢٠١٠، لكن المادة القانونيّة لم تطبّق في نهاية المطاف. نصّ قانون المالية المقرّر للعام ٢٠١٠ على ضريبة قدرها ١٠ سنتيمات (ما يعادل ٤٠ هللة) للأكياس البلاستيكيّة المسلمة عند ماكنة الدفع المخصصة لاستعمال وحيد. لم يصدر المرسوم قط.

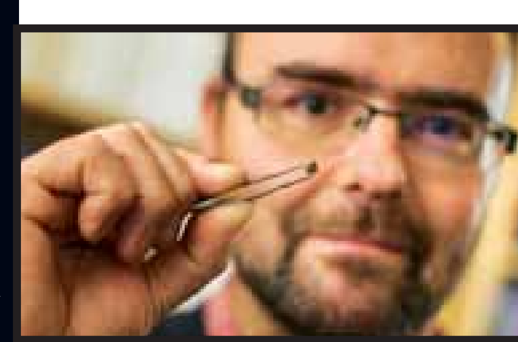
من المتوقّع أن يمنع نظام التنوّع الأحيائي ابتداء من العام ٢٠١٦ الأكياس البلاستيكيّة المخصّصة لاستعمال وحيد؛ وسيُسمح باستعمال الأكياس القابلة للتحوّل إلى أسمدة في المنزل للخضار والفاكهة والأغذية التي تباع بعد تقطيعها.

ستفرض تشريعات أوروبية خفض الأكياس البلاستيكيّة بنسبة ٥٠٪ في العام ٢٠١٧ وبنسبة ٨٠٪ في العام ٢٠١٩.

(1) CONFÉRENCE SUR L'ÉVALUATION À L'ÉCOLE: FAUT-IL CONTINUER À NOTER LES ÉLÈVES?, Science & Vie 1164, P 40-41

> لم يعد
الرينغووديت أسطورة

تم اكتشاف هذا النوع من الألماس في البرازيل. تزن هذه القطعة من الألماس ٩٠ ملغ وتحوي متضمنة مجهرية من الرينغووديت (الدائرة): وهو معدن اسطوري لا نجد منه سوى نماذج من خارج الأرض. إنه يأتي بحسب غراهام بيرسون Graham Pearson إلى (اليمين)، من المنطقة الانتقالية، الواقعة بين ٤١٠ و٦٦٠ كلم من العمق.



محيط تحت الأرض؟

إليكم الاثبات المادي الأول [١]

أحضرت قطعة الألماس هذه من الأعماق وحملت في طياتها الإثبات على وجود محيط على عمق ٦٠٠ كلم في باطن الأرض. لأنها تحوي الرينغووديت، وهي غاية علماء الجيولوجيا الفعلية.

بقلم: بيرينيس روبير [٢]

الرهانات

لنفهم بصورة أفضل البراكين والزلازل التي تهز كوكبنا، علينا أن نفهم ما يحدث في الداخل. ونعرف بالتحديد إن كان من ماء في الأعماق. هذا العنصر ضروري في الواقع لتكتونية الصفائح فهي تسهل التشوهات في شكلها وتجعلها أكثر مرونة. هنا تكمن أهمية عينات المادة الآتية من الأعماق.

M.KONTENTE R.SIEMENS, UNIV. OF ALBERTA

إنها سمراء، وصغيرة للغاية كأنها كتلة صلبة إلا أنها من دون قيمة تجارية. مع أنها قطعة من الألماس تزن ٩٠ ملجم. أجل، ما تحويه هو ما يجعلها لا تقدر بثمن.

أعلن فريق أمريكي للأبحاث التالي: اكتشفها صياد بلور هاو في العام ٢٠٠٨ في نهر برازيلي، ثم اشتراها علماء الجيوكيمياء وأسموها JUc29 ، يحتوي ذلك الحجر على متضمنة مجهرية لمعدن أسطوري هو... الرينغووديت.

الرينغووديت؟ لنفهم ذلك، علينا أن نعرف أن بين المعطفين السفلي والعلوي للكرة الأرضية، أي بين ٤١٠ و٦٦٠ كلم، تقع منطقة انتقالية غير معروفة كثيرًا، لكنها حاسمة. يشرح عالم الجيوكيمياء غراهام بيرسون، الذي أنجز الأبحاث في جامعة ألبرتا (كندا)، قائلًا: "إنها منطقة تخزين الماء الأساسية في الأرض الصلبة". وهي منطقة مسؤولة جزئيًا عن تكتونية الصفائح.

ماذا تعرف عنها؟ تتألف من الزبرجد الزيتوني لكن بشكل متماسك للغاية لمقاومة الضغوط العملاقة ←



مقطع للأرض
المعطف العلوي
قشرة
المنطقة الانتقالية
(من هنا يأتي
الرينغوديت)
المعطف السفلي
النواة

في الأعماق (من ٢٠ إلى ٤٠ جيجاباسكال، أي مئات آلاف المرات الضغط الجوي).

تيد رينغوود هو من وضع نظرية وجودها للمرة الأولى، وسميت تيمنًا به من قبل الباحثين الذين ركبوها في العام ١٩٨٩.

إن كانت تؤلف بنسبة ٦٠٪ المنطقة الانتقالية بحسب غراهام بيرسون، فلا أحد حتى الآن تمكن من الوصول إليها. إن العينات المعروفة الوحيدة هي من للوصول إلينا، اجتازت تلك الكتلة الصلبة حوالى ٦٠٠ كلم عبر المعطف الأرضي، ولم يجدر بها أن تصل إلى السطح أبدًا. على الأقل ليس بهذا الشكل. يحدد فابريس بروني Fabrice Brunet وهو مدير الأبحاث ومختص في علم المعادن في معهد علوم الأرض في غرونوبل قائلًا: "قام الألماس الذي أمسك بها بحمايتها، ومنعها من أن تصبح زبرجدًا زيتونيًا. أصبحنا الآن قادرين على مواجهة الفرضيات النظرية حول عالم الأعماق عملاقًا – حتى بشكل غير سائل.

بتقييم ذلك، ينبغي أن نعرف إن كانت المنطقة الانتقالية متجانسة. وهذا يشك فيه فابريس بروني. بالنسبة إليه، صعد الألماس على الأرجح بفعل أحد تلك الانفجارات العنيفة للغاية المسماة "كمبرليت"، التي وقعت منذ ٧٠ إلى ١٥٠ مليون سنة: وصلت سرعة الرواسب إذًا من ١٠ إلى ٣٠ مترًا/الثانية! إلا أن تلك المناطق البركانية هي مناطق محددة من المعطف الأرضي حيث يكثر الماء.

ساعد هذا الاكتشاف على كل حال بفهم دورة المياه الأرضية بطريقة أفضل. يقول غراهام بيرسون شارحًا: "بعد مليارات السنوات، يعاد تدوير ما يعادل محيط كامل في المعطف الأرضي العميق. أصبح من الواضح الآن أن جزءًا من ذلك الماء يكمن لفترة في المنطقة الانتقالية".

بالنسبة إلى عالمة الجيوكيمياء، تضيء المتضمنات المجهرية في الـ JUc29 أيضًا على مصدر الكمبرليت: "يشير اكتشافنا إلى أن هذا النوع من الصخور المنصهرة ينبغي أن تأتي من عمق أكبر من الـ ٢٠٠ كلم المتصورة، أي حتى ٧٠٠ كلم تحت الأرض".

يأخذ بيار كارتيني حذرًا أكبر بشأن تلك المسألة: "لسنا متأكدين من أن الألماس قذفه انفجار من هذا النوع: تم اكتشافه في طمي أحد الأنهر، ولم يتم العثور بعد على الكمبرليت التي يأتي منها".

بعد الاكتشاف تبدأ فترة من الجدل. مع تلك الجرامات المجهرية القليلة من المادة المحمية في علبة ألماسها، تبدأ بالنسبة إلى الجيولوجيين رحلتهم الأعمق باتجاه قلب الأرض.

إعادة تشكيل الضغوط العملاقة للمعطف الأرضي في المختبر

لنعرف ما يحصل في باطن الأرض، ينبغي أن نعيد تشكيل في المختبر الضغوطات والحرارة الرهيبة التي تحصل فيها. اليوم، استعملت ناتالي بولفان - كازانوفا Nathalie Bolfan-Casanova من مرقب فيزياء الأرض في كليرمون فيران، مكبسًا من ٨ سندنات من كربيد التغنستن: "نعيد تشكيل الظروف حتى قمة المعطف السفلي للأرض، أي ٢٥ جيجاباسكال و ١٦٠٠ درجة مئوية". تسمح خلايا من الألماس بالسندنات بالوصول حتى إلى النواة، فيما هي قادرة على الوصول إلى ٣٠٠ جيجاباسكال وآلاف عدة من الدرجات. "لكن ليس سوى من سندانين ولا يمكننا أن نستعمل سوى عينات مجهرية". مما يساهم باكتشاف معادن غير مسبوقة، مثل كبريت جديد.

خارج الأرض، أو تم تركيبها في المختبر. من ناحية أخرى، تم اكتشاف غيرها من أحجار الألماس التي استخرجت من الأعماق، حاملة متضمنات من البروكسين أو البنفش، وبعضها أتى حتى من مكان أبعد، حتى ٨٠٠ كلم.

يقول غراهام بيرسون: "وجدناها بالصدفة، فيما كنا نبحث عن معدن آخر". تطلب التعرف إليها رسمياً ست سنوات. تحمس بيار كارتيني Pierre Cartigny وهو مدير الأبحاث في معهد فيزياء الكرة الأرضية في باريس قائلًا: "إنها المرة الأولى التي نجد منها آتية مباشرة من المنطقة الانتقالية".

ذلك الاكتشاف هو نوع من معجزة. الكبيرة بشاهد مادي أول.

محيط عملاق

ماذا تخبر قطعة الرينغووديت تلك؟ أولًا، إن المنطقة الانتقالية مشبعة بالماء. تفترض النظرية في الواقع أن ذلك المعدن عليه أن يتوفر في المنطقة الانتقالية، بشكل رطب. يشرح فابريس بروني قائلًا: "لا تحوي الرينغووديت الماء طبيعيًا، مثل الميكا أو الطين. لكن النتائج أظهرت أنه من الممكن إدخاله فيها حتى ٢,٥٪ بشكل شائبة".

النتيجة؟ يحوي ذلك الجزء ١,٥٪ من الماء، مما يؤكد النظرية جزئيًا. مما ينذر أن الـ ٢٥٠ كلم من المنطقة الانتقالية تحوي ما يعادل محيطًا

للاستزادة

للقراءة: دراسة غراهام بيرسون (جامعة ألبيرتا)، الرابط المباشر على science-et-vie.com

(1) UN OCÉAN SOUS LA TERRE? VOICI LA PREMIÈRE PREUVE MATÉRIELLE, Science & Vie 1162, P 70-72
(2) Bérénice Robert





التجربة النهائيّة
تشكيل المادّة[1]

$E=mc^2$، معادلة آينشتاين الشهيرة تقول: كلّ طاقة مضيئة هي مادّة أيضًا. لكن مشاهدة تحوّل الأولى إلى الثانية كانت عمليّة فشل فيها علماء الفيزياء حتّى الآن، ولكن، إليكم التجربة التي قد تغيّر المعطيات!

بقلم: رومان إيكونيكوف[2]

تنصهر فوتونات جاما والفوتونات الحرارية في ما بينها

فوتون حراري

فوتون جاما

عندما ترتفع درجة حرارة غرفة التفريغ أكثر مما يلزم، يطلق فوتونات حرارية

صفيحة ذهبية

غرفة التفريغ الحراريّة

ليزر بطاقة عالية

إلكترون

البروتوكول التجريبي الذي طور للفوز بالتحدي

١ إطلاق فوتونات جاما...

تطلق صفيحة ذهبيّة فوتونات جاما (جسيمات ضوئيّة عالية الطاقة) تدخل في غرفة التفريغ الحراريّة (أسطوانة مجوّفة ذهبيّة) بعد قذفها بالإلكترونات.

٢ ...ثم تتصادم مع فوتونات حرارية...

في داخل غرفة التفريغ الحراريّة، تلتقي بفوتونات حراريّة ذات بطاقة أقلّ ناجمة عن التسخين بوساطة ليزر فائق القوة.

إنّـه حلم من أحـلام العلم الخيالي. تحويـل الضـوء إلى مـادّة، إنّهـا ظاهرة مـا زال علمـاء الفيزيـاء يرغبـون في تحقيقهـا، ولكن ربّما ليـس لوقت طويل، فقـد وضع عـدد مـن الاختصاصيين في الفيزيـاء النوويّـة -أخـيرًا- بروتوكـولًا تجريبيًّـا قـادرًا علـى تحقيـق التحويـل النهائـي. أصبـح من الممكن علـى الورق تحويـل شعـاع ضوئـيّ إلى مـادّة. كيف؟ بمصادمة جسيمين من الضوء، فوتونين، في الفـراغ، أي اشتقـاق مـادّة من طاقة صرفة.

يسعـى علمـاء الفيزيـاء وراء هـذا الحلم منـذ ثمانين سنة. يشـرح فيليكس ماكينـــــروث Felix Mackenroth أحـد مصمّمي التجربة في معهد ماكس بلانك للفيزيـاء النووية (هايدلـبرغ، ألمانيـا) قائـلًا: "إنّهـا العمليّة الرئيسـة للنظريّة الكميّـة لتفاعلات المـادّة والضوء التي لم تُحقق بعد اختباريًّا".

في الواقـع، لا زالـت مشاهـدة هـذه الظاهرة قيـد الانتظار، منـذ أن وصفها للمرّة الأولى في العام ١٩٣٤ عالما الفيزياء الشهـيران: غريغـوري بريـت Gregory Breit وجون ويلر John Wheeler.

فالمعادلـة الشهـيرة $E=mc^2$ التـي صاغها آينشتاين في العام ١٩٠٥، وضعت مبدأ معادلـة إجماليّة بين الكتلة والطاقة مفيـد للغاية للحساب، مثـل الطاقة التي يطلقها تفاعل من الانشطار النووي، لكن حـالات التفاعلات المختلفة بين جسيمات المادة والضـوء شرحتها الفيزياء الكميّة. مـن بينها: قذف إلكترونات معدن موصل بصدمه بفوتونـات؛ الإبادة بين جسيمات المادّة والمـادّة المضادّة مع إنتـاج الضوء؛ تحويـل فوتـون إلى جسيم مـادة بالقرب من نواة الذرة.

آينشتاين هو السبب

ثمّة مجموعـات متراكمة من الآليّات التي يسارع علماء الفيزياء إلى اختبارها، إلى أن يصلـوا إلى "عمليّة بريت-ويلر": اصطدام الفوتونـات في الفراغ مع إيجاد المـادّة، فمـن بـين كلّ هـذه التفاعـلات الرئيسـة، كان هـذا هو التفاعـل الوحيد الـذي لم يشاهد مباشـرة في المختبر، بل إنّ بريت و ويلر بلغا حدّ الشكّ في إمكانيّة تحقيقه مـن خلال تجربة، فـلا شيء في عالمنـا أقـل احتمالًا مـن ذلـك التحول، والسبب يعود إلى $E=mc^2$.

تختصـر معادلـة آينشتايـن -في الواقع- المشكلـة كلّها: فهي تقـول إنّ كلّ شـيء كتلته m هو أيضًـا جسم من طاقة صرفـة E، ومـن ثـمّ مـن ضـوء، الأمـر الذي يسـوّغ -بصورة طبيعيّـة- التحويل مـن أحدهمـا إلى الآخـر. لكنهـا تقـول -أيضًـا- إنّ كتلـة المادّة التـي خُلِقت من الطاقة الصرفة ستكون معادلة للطاقة E مقسومة على "c^2"، أي سرعة الضوء في الفراغ بمربع العدد: ($90 \times 10^{15}\ m^2/s^2$).

يذكـر أوليفييـه بايـك Olivier Pike الذي أجرى الدراسـة في إمبيريل كولدج لندن، قائلًا: "لكـن c^2 قيمة هائلة، ←

مرجع

تفسّـر النظريّـة الكميّـة التفاعـلات الممكنـة بـين المـادة والضـوء، وقـد أجريـت كلّهـا مجـدّدًا في المختبـر باستثنـاء واحدة: تحويـل الضوء إلى جسيمات ماديّة.

٣ ...فتولد جسيمات من المادة

تنصهـر فوتـونـات جـامـا الـفـوتـونـات الحرارية ثنائيًا. تخلق طاقتها المضافة جسيمتين مادتين: إلكترون وبوزيترون.

B.BOURGEOIS

⟵ وهذا يفسر سبب الحاجة إلى طاقة كبيرة لتشكيل مجرد ذرة من المادة".

يصبح معامل المعادلة المفرط ميزة عندما ننتقل من "m" إلى " E"، ما يتيح للمادّة التحول إلى ضوء بصورة شبه تلقائية – كيلوجرام واحد من المادة قد ينمي قوة من ٢٢ ميجا طنّ من المادّة شديدة الانفجار، لكنه يصبح عائقًا لا يمكن تجاوزه لمن يريد بالعكس تجسيد الطّاقة الصرفة.

أسطوانة بسيطة ذهبيّة

لا يمكن تجاوزه؟ إنّه غرض صغير يحمل اسم "hohlraum أو "غرفة التفريغ الحرارية" في الألمانية، وهي تستعمل في الفيزياء النووية لتركيز الطاقة وإحداث تفاعلات انصهار. أسطوانة ذهبية بسيطة ذات ثقب يبلغ قطره بضعة ملليمترات –هنا ٥ ملم– يمكن تمرير جسيمات أو ذرّات ضوئيّة من خلاله.

تكمن هنا تحديدًا براعة أوليفييه بايك Olivier Pike وفريقه: تحويل هذه الغرفة عن دورها المعتاد، وجعلها نوعًا من فرن مفرغ من الهواء تُجبر فيه جسيمات ضوئية على التلاقي حتى تتجمّع كمادّة. يستطرد الباحث قائلًا: "خطرت لنا الفكرة خلال جلسة بسيطة من العصف الذهني حول التطبيقات الممكنة باستعمال غرفة التفريغ الحرارية. فوجئنا عندما اكتشفنا أنّها تجمع الظروف المثالية لتشكيل مصادمات فوتونية".

MAX-PLANCK INSTITUT FÜR KERNPHYSIK - H.RAGUET - A.COX - LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY/SPL/COSMOS





فيليكس ماكينروث
MATTHEW KLUNDER

عالم فيزياء في معهد ماكس بلانك للفيزياء النووية (ألمانيا)

إنّه التفاعل الوحيد الذي تصفه النظريّة الكميّة الذي لا يزال عصيًّا على التجربة

يكفي –وفق حسابات الباحثين– إدخال جسيمات ضوئيّة عالية الطاقة –فوتونات جاما– في غرفة التفريغ الحرارية، إذ إنّها تلتقي هنا بفوتونات ذات طاقة أقلّ، ولدت من خلال التسخين باستعمال ليزر فائق القوة. ونتيجة للتصادم الثنائي بين فوتونات جاما والفوتونات الحرارية تولد أزواج من الإلكترونات والبوزيترونات من المادة، فتخرج من طرف الأسطوانة الآخر (راجع الرسم صفحة ٧٢).

تلعب غرفة التفريغ الحراريّة هنا دورًا مضاعفًا، بحسب ستيفن روز Steven Rose، عضو فريق العمل في إمبيريل كولدج لندن: "يقدّم في الوقت نفسه حجمًا أقل تتركز فيه فوتونات جاما الوافدة لتعزيز احتمالات التصادم، كما يقدّم تقنية لإنتاج فوتونات حراريّة متّسمة بطاقة كافية. يصل مجموع طاقتين تجتمعان إذًا إلى قيمة كتلة زوج من الإلكترون والبوزيترون مضروبًا بـ c^2".

وهكذا قد تنجح أسطوانة معدنيّة بسيطة بإنجاز حيلة كانت تقتصر حتى الآن على الكون ذاته، في فترة كان مشبعًا

<٧> تتميز ٣ ليزرات في العالم فقط بالقوة المطلوبة

ليحقق علماء الفيزياء تجربتهم، يحتاجون إلى ليزر بطاقة عالية للغاية: يضطرون إلى استعمال إما الليزر ميغاجول في فرنسا، وإما الليزر أوريون في المملكة المتحدة، وإما منشأة الإشعال الوطنية في الولايات المتحدة الأمريكية.





فيه بالطاقة الضوئيّة، بعد بضع ثوانٍ من الانفجار الكبير، وهكذا ربّما يسبق علماء الفيزياء النوويّة اختصاصيي الجسيمات بمشاهدة الجزء الأساسي الأخير من مدونتهم العلميّة العصيّ على الاختبار حتى الآن.

بروتوكول مثبّت

لم يكتف الباحثون بوصف جهاز اختباري: فقد سبق وأنجزوا التجربة افتراضيًّا، لهذا الغرض، قسّموها أوّلًا إلى ثلاث عمليات بسيطة: إيجاد فوتونات جاما، إيجاد فوتونات حراريّة داخل غرفة التفريغ الحراريّة، إيجاد جسيمات بفعل اصطدام، وهي عمليّات معروفة ومتقنة جيّدًا.

تمكنوا عندئذ من نمذجة هذه المراحل الثلاثة على الورق، ثم محاكاتها باستعمال برامج حاسوبيّة. إنّه إجراء مرتبط -هنا أيضًا- مباشرة بوسائل الفيزياء النوويّة. يحلّل فرانك فارين Franck Varenne، خبير النمذجة والمحاكاة في جامعة روان قائلًا: "إنّه نوع التأثيرات المتتالية التي نحاكيها منذ تصميم القنبلة الهيدروجينيّة في نهاية الأربعينيّات الميلادية من القرن الماضي".

لهذه الطريقة تاريخ طويل، ومن ثمّ درجة عالية من الدقّة. يتابع الباحث قائلًا: "يمكننا أن نصف بروتوكول الباحثين بـ"شبه التجربة"، ويساوي هذا العمل أحيانًا أكثر من تجربة حقيقيّة. اليوم، من الأفضل أن نصعد على متن طائرة تم اختبارها بالمحاكاة فقط، بدلًا من صعود مركبة قامت بآلاف ساعات الطيران التجريبي".

يكاد الحلم يصبح واقعًا، ولكن أمام رهان هذه المقاربة غير المسبوقة، يرفض علماء فيزياء الجسيمات الإدلاء بأي تعليق، بل ينتظرون أن يروا بأمّ أعينهم ليصدّقوا التحويل الكمّي النهائي.

قد يحصل ذلك سريعًا. يبحث أوليفييه بايك وفريقه عن مختبر مزود بالتجهيزات الضروريّة لاستعماله. بحسب ما يحدّده ستيفن روز، في العالم ٣ أجهزة ليزر تتّسم بالقوّة الكافية لهذه التجربة: المنشأة الوطنيّة للإشعال في الولايات المتّحدة الأمريكيّة، ليزر ميغاجول في فرنسا وأوريون في المملكة المتّحدة.

وبعد ذلك، من يدري، ربّما ينجز الجهاز الصغير المبتكر أمورًا أكثر. يعلن أوليفييه بايك الآتي: "في الوقت الحالي، يتمثّل الرهان بمشاهدة ذلك التحوّل للمرّة الأولى، ولكن قد تنتج اصطدامات الفوتون عددًا هائلًا من الجسيمات الأخرى توصل إلى معارف جديدة وإلى اكتشافات جديدة محتملة".

سُجّل الموعد.

* للاستزادة

للقراءة: النشرة العلميّة التي تفصّل التجربة.
للمشاهدة: فيديو جون ويلر يروي فيه اكتشاف الظاهرة.
الرابط المباشر على
science-et-vie.com

(1) EXPÉRIENCE ULTIME ILS VONT CRÉER DE LA MATIÈRE, Science & Vie 1164, P 70-73
(2) Román Ikonicoff



مدفع الليزر

إليكم سلاح الحرب الجديد [١]

كأنّه خرج للتو من "حرب النجوم"! ولكن ها قد انتهى أخيرًا العمل على إتقان مدفع اللّيزر، حلم العسكريّين القديم. فهذا الصيف، ستجهّز به البحريّة الأمريكيّة إحدى سفنها. إنّها سابقة.

بقلم: بيار – إيف بوكيت [٢]



J.F.WILLIAMS/US NAVY - LOCKHEED MARTIN CORP.

كان مدفع اللّيزر يبدو مقتصرًا على علم الخيال. على غرار "اللّيزر الفائق" المثير للرعب من نجم الموت في "حرب النجوم"، القادر على تفتيت كوكب بلمح بصر.

بيْد أنّه –ومنذ هذا الصيف– لم يعد سلاح "المستقبل" كذلك. في حال جرت الأمور كلّها وفق خطط البحريّة الأمريكيّة، سيباشر باختبار نموذج أوليّ للمرّة الأولى في ظروف فعليّة على سفينة "يو أس أس بونس" المتوجّهة إلى الخليج العربي.

الرهانات

منذ العام ١٩٨٣ ومنذ البرنامج الأمريكي "حرب النجوم"، يسعى العسكريون حثيثًا لتطوير مدفع اللّيزر. يتّسم هذا السلاح بفوائد جمّة مقارنة بالمدافع التقليديّة ذات قذائف الدفع الكيميائي: دقة، سرعة، قوة قابلة للتعديل، لا حاجة لفترة إعادة الشحن، قدرة يقدّر بأنّها لامتناهية، والأهم من ذلك، كلفة استعمال زهيدة.

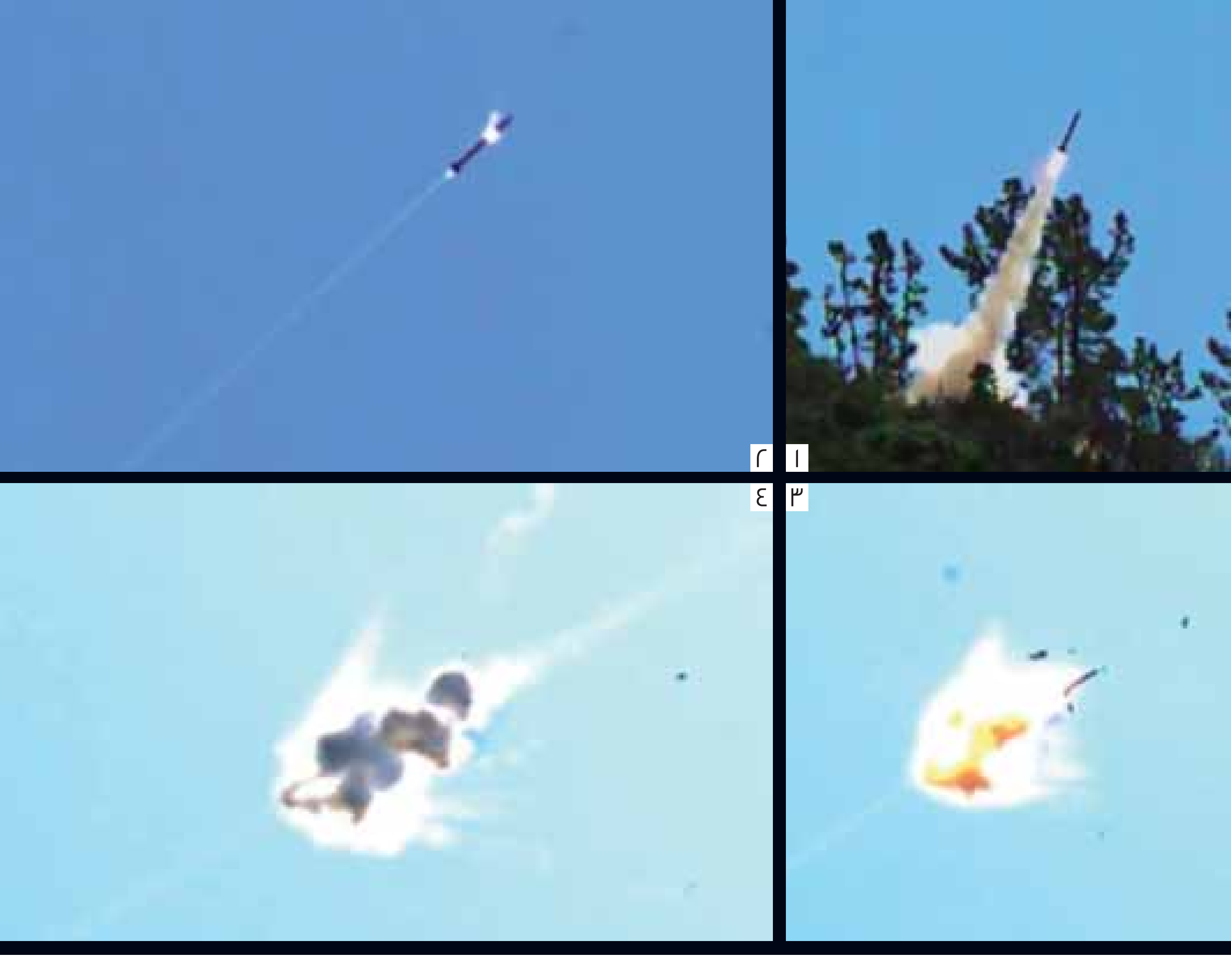
مبدؤه نفسه كما في الأفلام: استعمال ليزر قويّ لتوجيه شعاع ضوئي (مؤلف من فوتونات) نحو هدف، وتدميره تحت تأثير الحرارة (عدة آلاف من درجات الحرارة).

تسارعت الأمور منذ سنتين، إذ أثبتت الاختبارات أنّ التقنية بلغت طور النضوج، وقبل نقل نظام سلاح اللّيزر أو LaWS على متن "يو أس أس بونس"، الذي يتميّز بمدى يبلغ كيلومترين تقريبًا، وقوّة صنّفت سرًّا دفاعيًّا ومقدرة تعادل حوالي ٥٠ كيلوواط، تمكّن مدفع اللّيزر في العام ٢٠١٢ خلال ثوانٍ من إسقاط طائرة من دون طيار أثناء تحليقها.

في شهر مايو ٢٠١٤، أعلنت شركة التسلح الأمريكية رايثيون Raytheon (مزوّد نظام التصويب لنظام سلاح اللّيزر أو LaWS، أنّ مدفعه اللّيزر الخاصّ بقوّة ١٠ كيلوواط دمّر قاربًا قابلًا للنفخ على بعد ١,٦ كم.

تجمع مدافع الليزر كثيرًا من الميزات مقارنة بالأسلحة التقليديّة بدءًا بثمنها، فبحسب تقرير الكونغرس الأمريكي الأخير، تكلّف الطلقة أقل من دولار واحد من الكهرباء! مقابل مئات الآلاف من الدولارات (وحتّى مئات الملايين من الدولارات) لصاروخ بالدفع الكيميائي.

ميزة أخرى: من المستحيل أن تنفد



٨ الإثبات بالصورة

أثبت مدفع اللّيزر (هنا، أدام من شركة لوكهيد مارتن، يخضع للاختبار في موقع اختباراتهم) فعاليّته حتّى على الأهداف الأسرع. أعلاه، أقلعت قذيفة (١)، شعاع اللّيزر (بقعة بيضاء) يسخن خزانها، (٢)، ينفجر الخزان (٣)، دمرت القذيفة (٤).

ذخيرتـه طالمـا توفّـر مصـدر كهربائي، فضـلًا عـن دقّـة كبـيرة (ليـزر آخـر منخفض القوّة يضــيء الهدف)، ما يقلّل من خطر الأضرار الجانبيّة.

حجـج كثيرة تجعل من مدفـع اللّيزر سلاحًا يفضّـله العسـكريّون على الرغم من بعضـ القيود: مطر، ضـباب وعوائق قد تغير فعاليّته.

قال ماثيو كلاندر Matthew Klunder العميد البحري، رئيس الأبحاث البحرية في البحريّـة الأمريكيّة عنـد الإعلان عن انتشـار نظـام سـلاح اللّيـزر أو LaWS بحماسـ: "إنّ قدرتـه ثوريّـة" وأضـاف: "سـتغيّر هـذه التقنيـة زهيـدة التكلفة طريقتنا في القتال".

تقنية مؤكّدة

لقد أثار إعجاب أوروبا أيضًـا. تطوّر وكالة الدفـاع الأوروبيّـة برنامج "الدفاع الجـوي - سـلاح الليزر عـالي الطاقة"، وقد انضـمّت إليه فرنسـا في العام ٢٠٠٩ علمًـا بـأنّ البرنامج هـو بقيادة مصنـع الصـواريخ الأوروبي MBDA (إيرباص، أنظمـة BAE، فينميكانيـكا) وفي نهايـة العام ٢٠١٢، أعلن هذا الأخير عن تدمير قذائف مدفعيّة على مسـافة كيلومترين، بوساطة مدفع مؤلف من ٤ ليزر بالألياف البصـريّة، بلغـت قوّتـه الإجماليّـة ٤٠ كيلوواط.

أثبتـت تقنيـة الليـزر (ليـزر كلمـة تختصـر أول حـرف مـن كلمـات عبارة "تضـخيم الضـوء بانبعـاث الإشـعاع المحفز" باللّغة الإنجليزية) فائدتها منذ زمن بعيد للجيوش.

ومنـذ ظهـورهـا في السـتينيّـات الميلاديـة مـن القـرن الماضـي، وهي في صـميم مواطن استعمال عسـكري عدة: توجيـه الصـواريخ، تشـويش أنظمـة تصـويب المدرّعات والطوّافـات العدائيّة الإلكترونيّـة البصـريّة، مكافحة الألغام، وإبهار الجنود من المشـاة، لكن استعماله بديلًا للصـواريخ، التي تحتـاج في الوقت نفسـه إلى القـوّة والدقّـة، لم يُنظر ←

← فيه إلّا منذ مشروع "حرب النجوم" الذي أطلقته الولايات المتحدة الأمريكية في العام ١٩٨٣.

عزم الأمريكيون عند ذلك على حماية أنفسهم من الرؤوس النوويّة السوفياتيّة بمساعدة درع مضادّ للصواريخ مؤلّف من مدافع ليزر قادرة على اعتراضها في الجو.

تحدّي الجسامة

إنّه تحدٍّ حقيقي كما يشهد على ذلك نظام إربورن ليزر، الذي اختبرته القوات الجويّة الأمريكيّة للمرّة الأولى أثناء التحليق في العام ٢٠٠٢، وقد تمثّل المشروع في تركيب مدفع ليزر كيميائي (أكسجين - يود) في حيزوم طائرة بوينغ ٧٤٧. في فبراير ٢٠١٠، نجح المدفع في اعتراض صاروخ سكود.

إنّ السلاح فعّال، لكنّه لم يبلغ الكمال، فهو ضخم الحجم، ولتشغل الطائرة جهازها اللّيزر الذي تبلغ قوّته ٢ ميجاواط، عليها أن تنقل على متنها كميّة هائلة من المواد (من بينها ٥ أطنان للنظام البصري فحسب) إلى حدّ امتلاء قمرتها كليًا. لهذا السبب قُرّر التخلّي عن نظام إربورن ليزر في العام ٢٠١١.

ما الذي أعاد مدفع الليزر إلى الواجهة؟ وصول أشعة الليزر "الصلبة"، التي لم تعد تستعمل الغاز أو السوائل، بل بلورات صلبة مدعمة.

النتيجة: أشعّة الليزر هذه أضخم ٢٠ إلى ٣٠ مرّة من معادلاتها الكيميائيّة،

J.F.WILLIAMS/US NAVY - J.SOARES/REDUX/RÉA - WHITE HOUSE

النقاط الرئيسة الأربعة لمدفع ليزر المعروف باسم «نظام سلاح الليزر»

المميزات

فعال ضد
صواريخ، قذائف، طائرات من دون طيار، قوارب خفيفة، مركبات أرضية غير مصفحة.
قوة
قدرت بحوالي ٥٠ كيلوواط
مدى
كيلومتران
ثمن الطلقة
دولار واحد

المدفع البصري

يركز الأشعة الستة التي تؤلف الحزمة باتجاه الهدف، ويضمن دقة الإطلاق رغمًا عن الاضطراب الذي يسببه الانتشار في الهواء (اضطرابات، قطرات ماء...).

مصدر الليزر

يضبط حدة الشعاع، ويطلق بحسب الاختيار طلقة تحذيرية واحدة، تغييرًا في الهدف، تعطيل عمل نظام ثانوي أو تدميره بالكامل.





ماثيو كلاندر
MATTHEW KLUNDER
رئيس الأبحاث البحرية في البحريّة الأمريكيّة

ستغير هذه التقنية الثوريّة وزهيدة التكلفة طريقتنا في القتال

لكن قوّتها محدودة ببضع عشرات الكيلوواط، في حين تتطلّب مواطن استعمالها العسكريّة من ٥٠ إلى ١٠٠ كيلوواط على الأقل، وإضافة إلى ذلك كلّه، من الصعب تبريد قلب أشعّة اللّيزر.

لقد تمكّن الصناعيّون من التغلّب على عائقين بفضل الجيل الأخير من اللّيزر الصلب، الذي يستعمل الألياف البصريّة. استُعملت هذه التقنية في نظام سلاح اللّيزر أو LaWS التابع

كيف أصبح اللّيزر سلاحًا

١٩٦٠

اختُرع مبدأ اللّيزر

ابتكر عالم الفيزياء الأمريكي ثيودور مايمان Theodore Maiman انبعاث اللّيزر الأوّل على مبدأ الفيزياء الكميّة. في حال تلقّت ذرّة مستثارة فوتونًا (جسيم ضوئي)، أصدرت بدورها فوتونًا ثانيًا مطابقًا للأوّل، وفي حال وضعنا ذرّات من هذا النوع بين مرآتين، نشأ تفاعل متسلسل متمثّل في انبعاث فوتونات مطابقة، وسرعان ما وجدت التقنية استعمالات عسكريّة.

١٩٨٣

المدافع الأولى

رونالد ريغان

أطلق رونالد ريغان برنامج "حرب النجوم" الذي اعتزم استعمال مدافع ليزر قويّة كدروع مضادّة للصواريخ في مواجهة التهديد النووي السوفياتي.



١٩٩٦

ثورة الألياف البصريّة

طوّرت الألياف البصريّة الأولى المتّسمة ببُنية مجهريّة من النوع المستعمل في اللّيزر الصلب من الألياف.

٢٠١٢

أسقطت الأهداف الأولى

نجحت نماذج مختلفة من مدافع اللّيزر (نظام سلاح الليزر أو LaWS، أدام...) خلال الاختبارات، بتدمير أهداف (قذائف، قوارب صغيرة) في البحر أو في الجوّ.

التوجيه

إن الليزر من قوة متوسطة يقتفي أثر الهدف، ويتبعه ويضيئه استعدادًا لإطلاق الشعاع الرئيس يكمله نظام رادار فالانكس CHWS من رايثيون، الذي يجهز الكثير من مدافع الجيش الأمريكي لاستبانة الأهداف القريبة.

قلب الليزر

مؤلف من ستة أشعة ليزر ألياف ضوئية ذات قدرة إجمالية تقدر بـ ٥٠ كيلوواط.

للبحريّة الأمريكيّة، الذي صمّمته كراتوس ديفانس إند سيكوريتي سوليوشينز (Kratos Defense&Security Solutions).

المبدأ؟ عند نشر ٦ أشعّة ليزر من الألياف بطريقة متوازية، تتضاعف قوّتها، من دون أن تتأثّر الحرارة في قلب النظام. يفسّر برنارد فونتان Bernard Fontaine من مختبر اللّيزر، والبلازما وعمليّات الفوتون التابع للمركز الوطني للأبحاث العلمية قائلًا: "تتميّز الألياف البصريّة بارتفاع نسبة السطح إلى الحجم، الأمر الذي يساهم في تبريدها بوساطة الهواء المحيط بها".

مدافع اللّيزر تتّسم بالتماسك، والدقّة والقوّة، وقد أصبحت مهيّأة تمامًا ضدّ الصواريخ، أو الطائرات من دون طيّار أو حتّى أعداء سريعون وكثر وإن لم يكونوا مدجّجين بالسلاح، تتعذّر محاربتهم بوساطة الأسلحة الكلاسيكيّة.

في المستقبل، لا شكّ في أنها ستُطوّر بعد لمواجهة أهداف أكثر عددًا وأهميّة.

ذلك أنّ مدفع البحريّة الأمريكيّة يبدو في الوقت الراهن غير فعّال في مواجهة طرادة، دبّابة أو طائرة مقاتلة. بعبارة أخرى، لا يمكنه أن ينافس ليزر "دارك فادور" الفائق من برنامج "حرب النجوم" لكنّها مسألة وقت لا أكثر.



*

للاستزادة

للقراءة: الأسلحة بالطاقة الموجّهة: أسطورة أو حقيقة؟، ب. فونتان B. Fontaine (لارماتان).

للاطلاع: تقرير أبريل الذي أصدره الكونغرس الأمريكي.

الرابط المباشر على science-et-vie.com

(1) CANON LASER: VOICI LA NOUVELLE ARME DE GUERRE, Science & Vie 1163, P 94-97

(2) Pierre-Yves Bocquet

من تخوم الكون إلى قلب المادة، انطلقوا في رحلة جنونيّة تقودكم إلى حدود الفيزياء...

بقلم: فابريس نيكوت [1]

إلى اللانهاية وما

وراءها (٢)

هل من شيء غير محدود؟

"الفضاء، حدود اللانهاية الذي تسافر نحوها مركبتنا الفضائيّة..."

يا لوقع هذه الجملة الجميلة الحسن على السمع، في إحدى المقدمات الأشهر في تاريخ المسلسلات التلفزيونيّة: ستار تريك. بهذه الطريقة يقدم جايمس ت. كيرك James T. Kirk، قائد المركبة يو أس أس انتربرايز USS Enterprise مهمّته باستكشاف الكون. التوجه نحو اللانهاية... رائع!

لكن هل من فرصة للوصول إلى هناك؟

أين اللانهاية؟ ماذا تشبه؟

يعطي علماء الرياضيات الذين ينشطون في اللانهاية صباحًا ومساءً جوابًا سهلًا. نقرأ في كتيبات الرياضيّات أن: "اللانهاية، هي كلّ ما لا حدّ له، ويمكن أن يتم تجاوزه دائمًا". مجموع الأعداد الصحيحة (١، ٢، ٣...) غير متناه. يتضمّن الرقم (باي) أو (ط) عددًا لامتناهيًا من كسر العشريات (٣,١٤١٥٩...) وهكذا دواليك. حسنًا، لكن في الفيزياء؟ هل من شيء لا حدود له؟ والذي يمكن أن يتم تجاوزه دائمًا؟ لنرتد بدلة ضابط من ضباط انتربرايز ومثل القائد كيرك، لننطلق في اكتشاف أسرار اللانهاية.

موعد في آخر العالم

على الفور، توجّهنا نحو آخر الكون. بصراحة، إن كان من لانهاية، فهي بالضرورة هناك، أليس كذلك؟

كيف نصدّق أنّ مركبة تتّجه مباشرة إلى الأمام سينتهي بها الأمر بالاصطدام بحدود الكون. هل تتخيّلون المشهد؟ في نهاية طريق طويلة نسلكها في الفضاء، تطالعنا لافتة: "مرحبًا، وصلتم إلى نهاية الكون، التفوا مجدّدًا وعودوا أدراجكم من فضلكم"؟ لا، نقول إن كان من شيء لا "حدود له" كما يقول محبو الرياضيات، فلا بدّ من أنّه الكون. من ثمّ، ننطلق بسرعة قصوى أمامنا مباشرة... لكن لا شيئًا سيحصل كما هو متوقع. علينا أن نعرف في البداية أنّ الكون يتوسع، وهذا منذ نشأته، أي منذ ١٣,٦ مليار سنة. كيف نعرف ذلك؟ لأنّه إن نظرنا إلى المجرات حولنا، نلاحظ أنها تبتعد كلها عنا بسرعة فائقة. بالضبط مثل نقاط مرسومة على البالون (الأنفوخة) فهي تتباعد كلّما ←

ILLUSTRATION : GRÉGOIRE CIRADE POUR SVJ

← نفخناه أكثر. من ثمّ، فإنّ الكون يتضخّم تحت تأثير >طاقة سوداء< غامضة. إلى اللانهاية؟ ليس بالضرورة. يتوقّف هذا كله على ما يتضمنه.

في الواقع، منذ إينشتاين ونظريته عن النسبية، نعرف أنه لا يمكننا فصل شكل الكون عن الطاقة والمادة اللتين يحتويهما. لتفهموا بشكل أوضح، تخيلوا ملاية ممتدة بين أربع قوائم: إنها تمثل كوننا، المسطّح، الفارغ من كل شيء. والآن ضعوا عليها كرة حديديّة. بالإجمال ستبقى الملاية مسطّحة إلا في مكان وجود الكرة: فهي ستغور قليلًا. حسنًا؟ ما يعني -من ثمّ- أنّ كتلة ما قادرة على تقويس الفضاء.

بعد الانفجار الكبير الانسحاق الشديد

الطاقة أيضًا لأنّ الكتلة (m) والطاقة (E) تربط بينهما العلاقة $E=mc^2$ و c تمثل سرعة الضوء. إنّها اكتشافات أينشتاين العظيمة، والآن ارموا على الملاية خمسين كرة حديدية تقريبًا. تحت ثقل كتلتها، ستغور الملاية بقوّة حتى تأخذ هي أيضًا شكل كرة كبيرة. أترون! ما تتضمّنه الملاية يفرض عليها شكلها، وهذا ينطبق أيضًا على كوننا. تفسير علماء الفيزياء واضح: إن كان يحتوي مادّة كافية، سيتوقف توسّعه بالضرورة، فإنّ >الجاذبية الأرضية< تفوق الطاقة السوداء. سيتقلّص حجم الكون مثل ملايتنا المليئة بكلّ الكرات الحديدية تلك، وسينتهي به الأمر حتى يصبح صغيرًا للغاية فعلًا، ويقضي عليه الانسحاق الشديد. في النهاية، ستجد

يتوسع بفعل الطاقة السوداء ويتقلص بالجاذبية

مثل قلب ينبض

في سيناريو الانسحاق الشديد، سينتهي الأمر بالكون -بعد فترة طويلة من التمدد- بالتقلّص مجدّدًا في حجم أقلّ من رأس دبوس. قبل أن يعود ويشكّل -مجدّدًا- كونًا جديدًا. سينتهي به الأمر مجدّدًا بالتقلص مجدّدًا إلى ما لا نهاية. إعادة أبدية لكون تشكّلت أبعاده بالضرورة.

ILLUSTRATION : MICHEL SAEMANN POUR SVJ

مادّة الكون وطاقته نفسهما مسجونين في مساحة أصغر من رأس دبّوس، ومجدّدًا! يواجه الكون انفجارًا كبيرًا جديدًا، ينتج عنه كون جديد حديث العهد (راجع الرسم أدناه).

اللانهاية في هذا السيناريو مستبعدة من ثمّ، على الأقل من وجهة نظر فضائيّة، لأنّنا نرى ظهور نوع من لانهاية زمنيّة. بسبب ذلك الانسحاق الشديد، سيشهد كوننا على انطلاقة جديدة، على نوع من العودة إلى الصفر، قبل الانطلاق في توسع يدوم عدة مليارات من السنوات، ثم مرحلة من التقلّص وما شابه. لكن هل نتوجّه نحو ذلك الانسحاق الشديد؟ في الوقت الحالي، يتابع الكون توسعه من دون أن يظهر أيّ علامات تعب. لكن مرّة جديدة، يتوقّف مستقبله على ما يحتويه. هل يتضمّن ما يكفي من الكرات الحديديّة ليعود يومًا ما بالضرورة ويتقلّص مجدّدًا؟ بحسب علماء الفيزياء، يقضي ذلك بتحديد كميّة الكتلة لكلّ وحدة حجم التي إن تعدّاها الكون سينغلق على نفسه حكمًا. قدّرت تلك القيمة المهمة بـ <$١٠^{-٢٩}$ جرام> من المادة بالسنتمتر المكعب. يبقى إذًا أن نقارنها بكميّة المادّة بالسنتمتر المكعب التي يحتويها الكون. منذ عشرين سنة تقريبًا، تتضاعف الأعمال المعقّدة للغاية لنحسب تلك القيمة بدقّة. إذًا، إلام توصّل علماء الفيزياء الفلكيّون؟ لنرتقب الجواب بقلق.

إليكم الجواب: $١٠^{-٢٩}$ ج/سم^{٣} بالضبط. عجبًا، هذا محيّر! لأنه من ثمّ، لا يمكننا أن نستنتج شيئًا.

في الواقع، في هذا النوع من الحساب، ثمّة -دائمًا- هامش صغير من الخطأ: الجواب هو $١٠^{-٢٩}$ تقريبًا، أو بحسب إن كانت النتيجة أكثر بقليل من $١٠^{-٢٩}$ أو أقلّ بقليل، يتغيّر السيناريو ←

إضاءة

الطاقة السوداء
تمثل ٧٠٪ تقريبًا من مجموع طاقة الكون، لكنّنا نجهل كلّ شيء عنها ومن هنا جاء اسمها. لكن يقدّر علماء الفيزياء الفلكيّون أنّها سبب القوّة التي توسّع الكون.

الجاذبية الأرضية
انجذاب يمارسه نجم بحسب كتلته على الأجسام التي تحيط به.

$١٠^{-٢٩}$ جرام
= ٠,٠٠٠٠٠٠ .... ٠٠٠١ جرام.

تتقلص مادة الكون وطاقته في نقطة صغيرة للغاية: إنه الانسحاق الشديد... الذي يولد انفجارًا كبيرًا جديدًا.

الكون بحسب باك مان

ماذا لو نعود أدراجنا دائمًا في كوننا؟ على طريقة باك مان الذي يتقدّم على سطح بشكل عوامة -أو قولب طوقي- ويدور باستمرار بشكل دائري (راجع الرسم إلى اليسار) لهذا الغرض، ينبغي أن نتخيّل كونًا منطويًا على نفسه مثل شاشة لعبة باك مان. هذا الشكل متوفّر، حتى لو كان تصوّره مستحيلًا: وصفه علماء الرياضيات ويسمّونه القولب الطوقي الخارق. في عالم مشابه، فإنّ المركبة التي تنطلق مباشرة إلى الأمام لن تصل أبدًا إلى حدود الكون، لكنّها تعود دائمًا إلى نقطة انطلاقها.

الانطلاق! انطلقت مركبتنا الصفراء في رحلتها بخط مستقيم حتى حدود الكون.

السنة الأولى

← تمامًا. إن كانت النتيجة أكثر بقليل، يعود الكون ويتقلّص مجدّدًا، وإن كانت أقلّ بقليل، يستمر في التوسّع إلى أن يشاء الله.

كون ملتفّ على نفسه؟ هذا محتمل من الناحية النظريّة

يتابع علماء الفيزياء الفلكيين حساب تلك القيمة مع أعداد متزايدة أكثر بعد الفاصلة. مع الأمل السرّي بأن ننتهي مع سيناريو من نوع الانسحاق الشديد، يجنّبهم أن يجدوا أنفسهم مع كون لامتناه. لكن في الوقت الحالي، لا يمكننا أن نستبعد أن ذلك الكون يتوسّع باستمرار.

هذا يعني، أنّ اللانهاية ليست الخيار الوحيد حتى في حال فرضية الكون الذي يتوسّع باستمرار. من المحتمل أن نتخيّل كونًا يتوسّع لكن بحجم محدود، إلّا أنّ هذا لا يعني بالضرورة أنّ لديه حدودًا قد نصطدم بها ونكسر أنفنا عليها. قد يكون محدودًا لكن من دون أطراف. قد نجول فيه من دون أن نصادف نهاية له مطلقًا.

هذا مستحيل؟ اصبروا، ستوضح الأمور كلها بفضل باك مان!

يدور ويلتفّ من دون أن يتوقّف أبدًا...

في لعبة الفيديو المحترمة من الثمانينيّات، تتجوّل كرة صفراء وهي باك مان في تيه بحثًا عن "كتل - باك" تبتلعها، فيما تتجنّب الأشباح القاتلة. تلاحظون أنّه عندما تهجم باتجاه حدّ الشاشة الأيمن، تعود وتظهر من الجانب الأيسر، بفعل سحر! في الواقع، هذا ليس بسحر مطلقًا. نفهم المهارة جيدًا إن تخيّلنا أنّ الحدّ الأيمن ملتصق بالحدّ الأيسر. جرّبوا مع ورقة، تحصلون بكل بساطة على إسطوانة (راجع الرسم أعلاه إلى اليسار).

إن كان باك مان يهتم بعلم الكونيّات، نستنتج -من ثمّ- أنّه يتحرّك على سطح أسطوانة، وأفضل من ذلك، لنتخيّل أنّ مبتكري لعبة الفيديو هذه ربطوا أعلى الشاشة بأسفلها أيضًا: حالما يختفي باك مان في الأسفل يعود ويظهر في الأعلى، وهذه المرّة سيكون شكله الهندسي شكل عوّامة، ونسمّيها في علم الرياضيات

ILLUSTRATION : MICHEL SAEMANN POUR SVJ



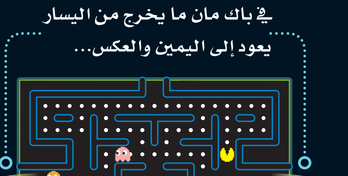






ILLUSTRATION : ANTOINE LEVESQUE POUR SVJ

لم تصل المركبة الصفراء المستهلكة كثيرًا إلى حدود الكون. جالت فيه وعادت إلى نقطة انطلاقتها... أو ما تبقى منها.

٣٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ سنة

قولبًا طوقيًّا (راجع الرسم أعلاه). في عالم من هذا النوع، قد يتحرّك في كلّ الجهات إلى أجل غير مسمّى من دون أن يصادف عوائق. هل يبقى مع ذلك كونًا لامتناهيًا؟ كلا! ترون جيّدًا أنّ تلك العوامة لديها سطح محدّد. حتى لو كانت تنمو بلا حدود، يبقى السطح محدودًا. إنّه قولب طوقي أيضًا.

لكن يبقى من فرق مهم بيننا وبين باك مان. يتجوّل على سطح، أي في عالم من بعدين. عالمنا يتضمّن ثلاثة أبعاد. هل من الممكن أن يتصرّف عالمنا الثلاثي الأبعاد مثل سطح منطوٍ في قولب طوقي؟ للاختصاصيين في الكون، هذا ليس مستثنى. في الواقع، وصف العلماء بالرياضيات شكلًا من هذا النوع، أسموه قولبًا طوقيًّا خارقًا. لا تحاولوا تصوّره، وإلّا قد تتعبون خلاياكم العصبيّة. لكن من الممكن تمامًا أن ينطبق هذا الشكل على الكون. من ثمّ، يتبع قائدنا كيرك، فيما يتوجّه مباشرة نحو "حدود اللانهاية" من دون أن يدرك حلقة ستعيده إلى الديار!

لكن كيف "نرى" شكل كوننا؟ لا جدوى من أن نقول لكم إنّ المسألة معقّدة للغاية إلى حدّ أنّها مستحيلة في الوقت الحالي. من الناحية النظريّة، قد يتّخذ الكون أشكالًا لامتناهية. انتظروا، هذا ليس كلّ شيء. في الوقت الحالي، لم نهتم إلّا لكوننا. لكن من يقول إنّه فريد من نوعه؟ انتبهوا إلى نظركم: أهلًا بكم في متعدّد الأكوان. بحسب تلك الفرضيّة المذهلة، ما من كون، بل مجموعة كبيرة من الفقاعات الكونيّة، نوع من نتوءات تنمو الواحدة على الأخرى (راجع الرسم في الصفحة ٨٦). تلك النظريّة تفسّر سبب عيشنا في كون تكون قيمة >ثوابت الفيزياء< فيه مناسبة (سرعة الضوء في الفراغ، شحنة الإلكترون الكهربائيّة...) لتسمح بوجود الذرّات. غيّروا تفصيلًا واحدًا من بينها فينهار كلّ شيء. ستعجز الذرّات عند ذلك عن التشكل، فلا وجود للنجوم إذًا وكلّ الباقي.

في فرضيّة الفقاعات الكونيّة، يخلق كلّ كون مع ثوابت الفيزياء الخاصة به. هل تسمح بتشكّل المادّة؟ عافاكم، فزتم بعالم مليء بالمادّة، وفي حال لم تكن الثوابت مناسبة بالعكس، تولد الفقاعة الكونيّة ميتة. نصبح من ثمّ مع ثوابتنا المناسبة، الفائزين الكبار في نوع ←

إضاءة

ثوابت الفيزياء
هي قيم ثابتة، لا تتغيّر، يستعملها علماء الفيزياء في المعادلات التي تخول وصف العالم.



لانهاية من اللامتناهيات

بحسب نظرية الكون المتعدد، أو الفقاعة الكونية، يتألف الكون من أكوان متعددة مستقلة، يتضمن كل واحد منها قوانينه الفيزيائية الخاصة. قد تنمو تلك الأكوان الواحد على الآخر، كأنها نتوءات. وإن تصورنا هناك عدد لامتناه منها، وإنها ليست متناهية بحد ذاتها بالضرورة، فهذا يعطينا لانهاية من اللامتناهيات...

أكوان مولودة

ILLUSTRATION : SANDRINE FELLAY POUR SVJ



عوالم تنمو كالفطريات

مؤكـد. إليك السبـب. يتألّف جسدك من مليارات عدّة من الذرّات تكون كلّها في حالة دقيقة من الطاقة نسمّيها الحالة الكموميّة، وكلّ تلك الذرّات تشكّل معًا منظومة ضخمة يمكن أن نقارنها بسحب من سحوبات اللوتو، لكن مع مليارات من الكرات بدلًا من الكرات السّت في اللوتو الكلاسيكي. كلّ كرة هي ذرّة تشكّل جسدك.

لدينا كلنا توأم كوني!

إذاً، أنتم في هذه اللحظة بالذات، نتيجة تلك التركيبة من مليارات عدة من الأرقام. لكن، إن قلنا إن الكون لامتناه فهذا يعني أنه في مكان ما من تركيبة ذرات مطابقة لتركيبة ذراتكم في هذه اللحظة بالذات بالضرورة. شبيهكم المثالي موجود فعلًا! استمتع علماء الفيزياء الفلكيين بأن يحسبوا حتى على أي معدل مسافة يبتعدون عنكم: حوالى <$10^{10^{29}}$> من الأمتار! إنها مسافة بعيدة للغاية بالفعل، لكن في كون محدود، لماذا نعذب نفسنا؟ اعترفوا أن تلك ←

← من اللوتو الكوني. لكن ما يسبب الدوار، هو أنّ كل فقاعة كونيّة قد تكون لامتناهية من الناحية النظريّة، وقد يكون عدد الفقاعات الكونيّة لامتناهيًا أيضًا. أجل، لقد فهمتم: قد نواجه عددًا لا متناهيًا من اللانهاية! دوار.

تبقى إذًا لانهاية الفضاء احتمالًا لعلماء الفيزياء حتى لو كانوا يتقبّلون تلك الفكرة بصعوبة، لأنّ ذلك يؤدّي إلى تناقض غريب تكون فيه في الوقت الحالي المسؤول بحدّ ذاته. أجل، أنت، أيّها القارئ، الذي يقرأ هذا المقال بتمعّن، في غرفتك، في مركز التوثيق في مدرستك، في الحافلة، تصوّر في الواقع، إن كان الكون لامتناهيًا، يدور المشهد نفسه بتطابق مثالي في مكان ما في الكون. هذا

إضاءة

$10^{10^{29}}$

(عشرة أس ١٠ أس ٢٩) = ١ يتبعه ١٠٠ مليار من مليار من مليار من الأصفار.

ILLUSTRATION : MICHEL SAEMANN POUR SVJ

لحظة من الخلود

قد يختبر مراقب اللانهاية أمام ثقب أسود. يكفي لهذا الغرض أن ينظر إلى مركبة تقترب من إحدى تلك الفجوات الزمانية المكانية. وقليلاً قليلاً، سيتعطل تزامن ساعته بالنسبة إلى الساعة على متن المركبة. سيمضي الوقت على متن المركبة بصورة أسرع بالنسبة إلى وقت المراقب. هذا غريب للغاية، لكن تعطيل تواقت الساعات هذا، نتيجة تغيير الحفرة السوداء للزمان المكاني، تمت مشاهدته في ظروف أخرى. بالتالي، ستبدو دقيقة على متن المركبة مثلاً معادلة لعشر دقائق في خارجها. ثم ساعة، عندما تقترب المركبة أكثر. ثم سنة! في النهاية، عندما توشك المركبة على الانقلاب، ستبدو ثانيتها الأخيرة للمراقب... أبدية! وستبدو له المركبة ثابتة إلى الأبد على حافة الهاوية.

٢ كلما اقتربت المركبة من الثقب الأسود كلما تسارع الزمن للمركبة وتباطئ بالنسبة للمراقب: دقيقة على متنها تصبح عشر سنوات للمراقب.

١ يشوه الثقب الأسود الفضاء الزمني للمركبة: دقيقة على متن المركبة تمثل ساعة على ساعة المراقب.



ILLUSTRATION : MICHEL SAEMANN POUR SVJ

← التوائم الكونية تسبب الفوضى...

جسيمات خالدة

بما أننا أصبحنا على مستوى الذرات، إليكم فرصة جديدة لمتابعة سعينا نحو اللانهاية. لكن هذه المرة في الكمية المتناهية الصغر. هل من كمية لا متناهية الصغر فعلاً؟ في الواقع أجل! إن الإلكترونات مثلاً، إلى جانب جسيمات أولية من المادة، لا أبعاد لها. "نزل" علماء الفيزياء حتى 10^{-18} متر بفضل >مصادم الهدرومات الكبير أو LHC> في سويسرا، لكنهم عجزوا عن قياس أبعاد الإلكترون.

وبوسعنا أن نراهن بقوة أنه بوسعهم أن ينزلوا أكثر باستعمال أدوات القياس لديهم، ولن يجدوا شيئًا. في الواقع، تقبل علماء الفيزياء الموضوع. عندما يدرسون تلك الجسيمات، يعتبرون في معادلاتهم أنها نقاط، من دون أبعاد. وهذا ينجح جيدًا هكذا، لأنهم يصفون مسارها بأمانة، الطريقة التي تتفاعل في ما بينها... لكن كيف لجسيمات متناهية الصغر أن تولد ذرات، ثم كواكب أو نجومًا من أحجام عملاقة؟

في الواقع، يعود ذلك إلى الشحنات المختلفة التي تحملها، وأهمها الشحنة الكهربائية. مثلاً، في حال صادف إلكترونًا آخر، سيتدافعان بفعل شحنتهما الكهربائية من العلامة نفسها. وتفسر غيرها من >خصائص الكم> أن جسيمتين من دون حجم يمكنهما رغمًا عن كل شيء ألا تمتزج الواحدة بالأخرى...

الجسيمات هي بالفعل خبيثة غريبة. لا تكتفي بأنها تعيش من دون أن تخشى البدانة فهي لا تتأثر بويلات الزمن. أجل!

إضاءة

خصائص الكم
تتميز الجسيمات بمقياسها، بخصائص غريبة لا تتبع قوانين الفيزياء التقليدية بعد الآن وتصفها الفيزياء الكمية.

مصادم الهدرومات الكبير أو LHC
هو حلقة تحت الأرض يبلغ طولها ٢٧ كلم يثير فيها علماء الفيزياء اصطدامات جسيمات للكشف عن أسرار المادة.

الثقوب السوداء، خزانات اللانهاية

وإن كان يكفي لمشاهدة اللانهاية أن نرى وسط المجرة؟ يقع فيها ثقب أسود عملاقًا. لم تتم مشاهدته مباشرة قط، لكن تأثيراته على النجوم المحيطة به مهمة للغاية إلى حد أن وجوده غير مشكوك به على الإطلاق...

كل غرض يقترب كثيرًا من الثقب الأسود يخضع بدوره لجاذبية متزايدة القوة حتى تصبح لامتناهية! حالما يجتاز ما نسميه بأفق الأحداث، لا فرصة مطلقًا بالعودة إلى الوراء. حتى الضوء، بطل السرعة في كل الفئات، مع ٣٠٠ ألف كلم/الثانية، لا طاقة له للخروج من فخ جاذبية الثقب الأسود.

تفسر قوته بـ "خصوصية الزمان والمكان"، بحسب نظرية النسبية لـ أينشتاين.

لنستذكر مجددًا مثل كوننا على شكل ملاية (راجع صفحة ٨٢). لنتخيل أن عددًا كبيرًا من الكرات الحديدية موضوع في علبة الكرات. إن وضعناها على الملاية، ستحدث حفرة عميقة للغاية. من الناحية النظرية، تكون الحفرة عميقة للغاية. لهذا السبب، ما يسقط فيها لا يعود ويخرج مطلقًا. إلا إن ذلك "اللامتناه" قد يعني أن نظرية النسبية "ليست مناسبة" لوصف الثقب الأسود بشكل صحيح. لهذا السبب يعمل علماء الفلك للتوصل إلى نظريات تحمل اسماء ظريفة (مثل "نظرية الكم الحلقية"). فهي تصف تركيبة الفضاء بطريقة مختلفة وتفسر الثقوب السوداء من دون العودة إلى اللامتناه في الوقت نفسه.

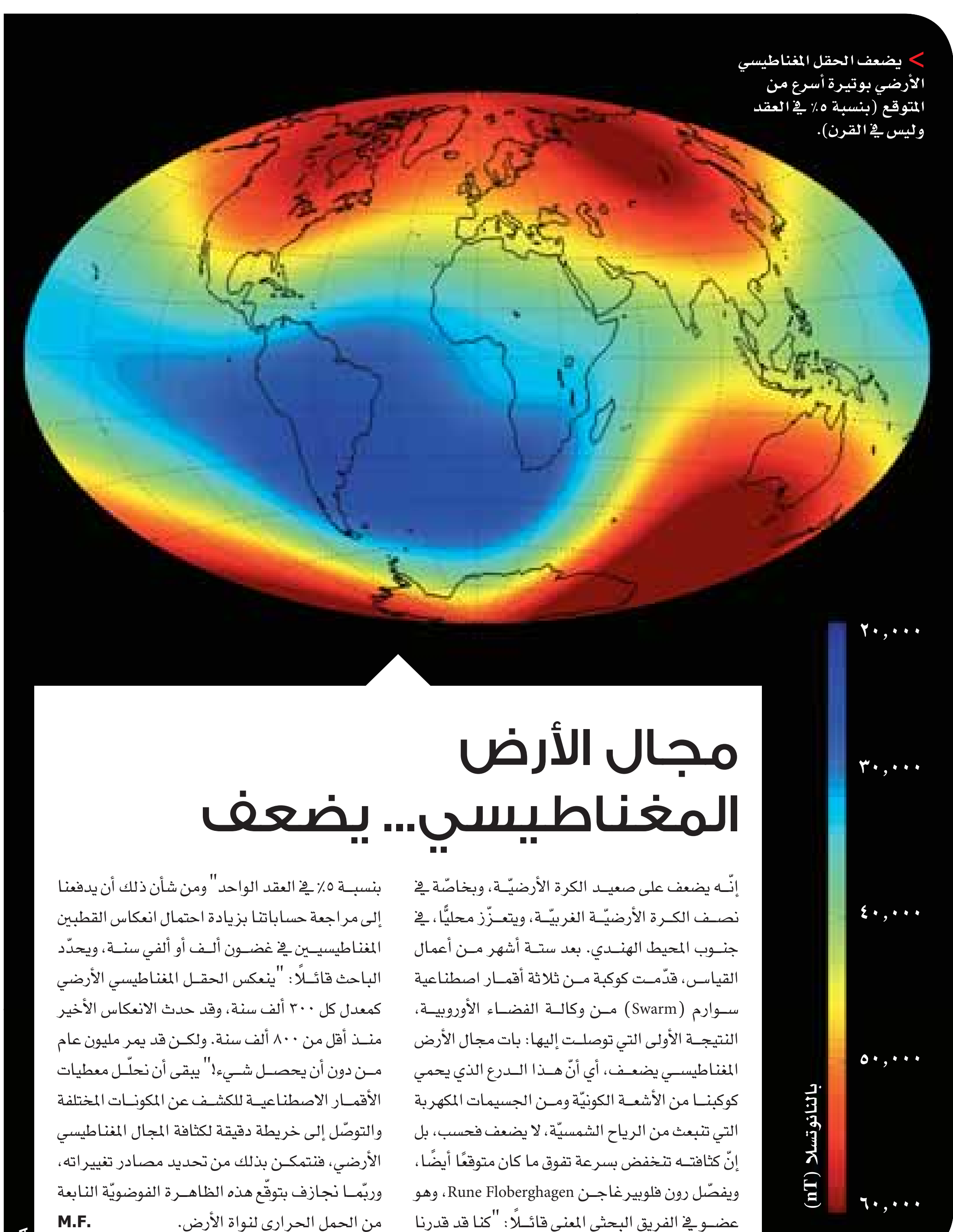
ILLUSTRATION : SANDRINE FELLAY POUR SVJ

بعضها، الأخف وزنًا من بينها سرمدية. بعكس الجسيمات الكثيفة، لا يمكنها أن تتفكك وتصبح أجسامًا أصغر منها. تكون ثابتة إذًا إلى أبد الآبدين. من بين الجسيمات الفائزة، لدينا الإلكترون، والكوارك اللذان يشكلان البروتون. هذا الأخير، نجده في كل نوى الذرات، وهو خالد إذًا. في النهاية، بما أن علماء الفيزياء لا يحبون التكلم عن الأبد، فهم يفضلون أن يقولوا إنه يعيش على الأقل 10^{33} سنة، بحسب حساباتهم! أي مليون مليار مليار مرة أكثر من عمر الكون. مما يشير إلى لانهاية مناسبة للغاية...

«ستعيش البروتونات مدة أطول من الكون»

شكر إلى جان كريستوف هاميلتون (المركز الوطني للأبحاث العلمية / جامعة ديدرو باريس - ٧)، غيوم باتين (سوباتك نانت) وإريك باتين (المركز الوطني للأبحاث العلمية / مرقب باريس).

(1) Fabrice Nicot
(2) VERS L'INFNI ET AU-DELÀ, Science & Vie Junior 299, P 30-39



يضعف الحقل المغناطيسي الأرضي بوتيرة أسرع من المتوقع (بنسبة ٥٪ في العقد وليس في القرن).

مجال الأرض المغناطيسي... يضعف

إنّـه يضعف على صعيـد الكرة الأرضيّـة، وبخاصّة في نصـف الكـرة الأرضيّـة الغربيّـة، ويتعـزّز محليًّا، في جنـوب المحيط الهنـدي. بعد سـتة أشهر مـن أعمال القياس، قدّمـت كوكبة مـن ثلاثة أقمـار اصطناعية سـوارم (Swarm) مـن وكالـة الفضـاء الأوروبية، النتيجـة الأولى التي توصلـت إليها: بات مجال الأرض المغناطيسـي يضعـف، أي أنّ هـذا الـدرع الذي يحمي كوكبنـا من الأشـعة الكونيّة ومـن الجسيمات المكهربة التي تنبعث من الرياح الشمسيّة، لا يضعف فحسب، بل إنّ كثافتـه تنخفض بسرعة تفوق ما كان متوقعًا أيضًا، ويفصّل رون فلوبيرغاجـن Rune Floberghagen، وهو عضـو في الفريق البحثي المعني قائـلًا: "كنا قد قدرنا تناقصـه بنسبة ٥٪ في القرن، بيـد أنّه ظهر أنّه يتدّنى بنسـبة ٥٪ في العقد الواحد" ومن شأن ذلك أن يدفعنا إلى مراجعة حساباتنا بزيادة احتمال انعكاس القطبين المغناطيسـيين في غضـون ألـف أو ألفي سـنـة، ويحدّد الباحث قائـلًا: "ينعكس الحقـل المغناطيسي الأرضي كمعدل كل ٣٠٠ ألف سنة، وقد حدث الانعكاس الأخير منـذ أقل من ٨٠٠ ألف سنة. ولكـن قد يمر مليون عام مـن دون أن يحصـل شـيء!" يبقى أن نحلّـل معطيات الأقمـار الاصطناعيـة للكشـف عن المكونـات المختلفة والتوصّل إلى خريطة دقيقة لكثافة المجال المغناطيسي الأرضي، فنتمكـن بذلك من تحديد مصادر تغييراته، وربّمـا نجازف بتوقّع هذه الظاهـرة الفوضويّة النابعة من الحمل الحراري لنواة الأرض. **M.F.**


العلوم والتقنية
الرياضيات
في حياتنا



ندوة حول التقويم في المدرسة

هل من المستحسن متابعة وضع علامات للتلاميذ؟[١]



في شهر يونيو ٢٠١٤، افتتح وزير التربية الوطنيّة الفرنسي بونوا هامون الندوة الوطنيّة حول تقويم التلاميذ. أنتم مع أو ضدّ العلامات في المدرسة؟ يبدو السؤال معقّدًا للغاية. يتكلّم مناهضو التقويم بالعلامات عن تأثيرات سلبية لعلامات تعاقب بدلًا من أن تشجع. أمّا المؤيدون، فيرون في ذلك هدف تقدّم للتلميذ. منذ سنوات عدة، تحاول العلوم العصبيّة وعلم النفس المعرفي إثراء النقاش.

في العام ٢٠١٢، حاولت مدرسة في بريتاني بفرنسا إلغاء العلامات في صفّين من طلاب الصف السادس الابتدائي، وقارن الباحث ألان ليوري Alain Lieury، وهو أستاذ فخري في علم النفس التجريبي في جامعة رين ٢ بفرنسا، بين تحفيز التلاميذ الذين لا يحصلون على علامة وبين التلاميذ في صف تقليدي. كانت النتائج واضحة: يقول ألان ليوري Alain Lieury "إنّ التلاميذ الذين لا يحصلون على علامات أظهروا افتقارًا واضحًا للتحفيز وميلًا أكبر إلى التعبير عن رغبتهم في الهروب من المدرسة".

التذكير بالوقائع

في ديسمبر ٢٠١٤، سيتم التحضير لاقتراحات تعديل نظام وضع العلامات الفرنسي.

في ٢٤ يونيو ٢٠١٤، أُطلقت الندوة الوطنيّة حول تقويم التلاميذ. وأعلن وزير التربية الوطنية بونوا هامون Benoit Hamon، أنّ التلاميذ الفرنسيّين يعانون "التأثيرات السلبية لتقويم لا ينظر بعين الاعتبار إلّا إلى مواطن الضعف فيهم".

نهاية النقاش؟ كلا. فقد لاحظ العالم أنّ المناخ كان إيجابيًّا في هذه المدرسة بالإجمال. إذ لم يعدّ التلاميذ العلامات قيودًا، بل عنصر معلومات للتقدّم. يلاحظ في مجلة الدفاتر التربوية Les cahiers pédagogiques قائلًا: "من المحتمل أن تكون النتائج مختلفة في المدارس التي بها عدد كبير من التلاميذ الذين يعانون صعوبات في التعلم أو التي يسود فيها جوّ تنافسي".

خصوبة الخطأ

هذا ما أظهره في الواقع سونغ إيل كيم Sung-il Kim في معهد الأبحاث حول الدماغ والتحفيز في كوريا الجنوبية، فقد تابع عالم الأعصاب طلّابًا في العشرين من عمرهم. استلقوا في ماسح للتصوير الدماغي، وكان عليهم القيام بالبحث عن طريق المشاهدة البصرية ثم الحصول على تقدير لعملّهم، وقد يكون التقدير من نوعين: إمّا مجرّدًا -مثلًا، ٨٥ نقطة، أو نسبيًّا، مبنيًّا على المقارنة مع نتائج المشتركين الآخرين- ١٥ مرتبة.

النتيجة: عند ترتيب الخاضعين للدراسة نسبة إلى الآخرين، كشف دماغ الشباب ضعيفي المستوى الدراسي تفعيلًا للمناطق ذات الصلة بالقلق والخوف والكبت (القشرة الحزاميّة الخلفيّة...). وهذا لا ينطبق على التلاميذ البارعين، إلّا أنّ المشاعر السلبيّة تضعف الانتباه وذاكرة العمل، وهما ضروريّان للتعلم. يقول سونغ إيل كيم: "ينبغي استعمال التقويم النسبي بحذر وبخاصة مع التلاميذ الذين يعانون مصاعب في التعلم". بل ويقترح ألان ليوري إرساء "نظام علامات فردي لا يعرفه الآخرون. بالنسبة للتلميذ الضعيف، نقوم بإعادة تقويم العلامة،



G.COULON/TENDANCE FLOUE

أمّا للتلاميـذ الأقوى، نتجنب -من ناحية أخرى- التقدير المبالغ به".

فضـلًا عن التأثير في الرغبة في التعلم، فعند كشـف الخطـأ تكبح العلامـات المستعملـة عملية التعلـم. يشـرح دانيـال فافـر Daniel Favre وهو دكتور في العلوم العصبية وأستاذ في علوم التربية في جامعة مونبولييه ٢ بفرنسا قائلًا: "لكن التعلم هو بمنزلة زعزعة معرفية ووجدانيّة، ومن المحتم خلالهـا أن نرتكب أخطاء". مثـلًا، إتقان الكتابة بين سـنّ الخامسـة والسابعة يترافق مـع أخطاء نموذجيّـة مـن بينهـا كتابـة الأحـرف بالمقلوب، مثل الانعكاس في المرآة. يشـرح علماء الأعصاب هـذه المرحلـة بشـكل دقيـق: يعيـد تعلـم الكتابة والقــراءة تشكيل منطقــة دماغيّة، وهــي منطقة الفصّ القذالي الصدغي المخصّصة في الأساس للتعرّف إلى الأشياء والوجوه، مهما كانت وجهتها. تتسم هذه المنطقة -الواقعة في الجزء الخلفي من الدمـاغ بصورة طبيعيـة- إذًا بقـدرة كبيرة على التعميم المعكوس للمعلومات المكتسبة.

يتخلـل تطـور الطفـل المعرفـي الأخطـاء والانحرافـات الحسيّـة في مجـالات الكتابـة والتهجئـة والمنطق وعلم الحسـاب، وعند ارتكاب الأخطـاء والتعـرّف إليها يستوعـب العقل الشاب تعاليـم جديـدة. بعبـارة أخرى، يمكن القـول إنّ في الخطـأ آليّـة مثمرة، وحتى بعـد مرحلة نضوج الدمــاغ الشديـدة -في سـنّ المراهقة ثـم في سن البلوغ- "خلال مرحلة الزعزعة (الموافقة لبداية التعلـم مهمـا كان العمر)، يكون المتعلّـم ضعيفًا، ومـن المستحسـن تجنّب الامتحانـات، لأنّ الخطأ المحسوب في العلامـة قد يحبط عزيمة التلميذ"، بحسب ما شرحه دانيال فافر.

عند انتهـاء التعلّم، تعود الامتحانات ممكنة. احـترام الخطـأ فيما نضـع علامـة للتلاميذ... يصبـح الأمـران الضروريّـان متناغمـين إذًا إن نظرنـا بعـين الاعتبـار إلى ديناميّـة التعلم. فلا تظهر العلوم غير ذلك. **M-C.M.**

(1) CONFÉRENCE SUR L'ÉVALUATION À L'ÉCOLE: FAUT-IL CONTINUER À NOTER LES ÉLÈVES?, Science & Vie 1164, P 40-41

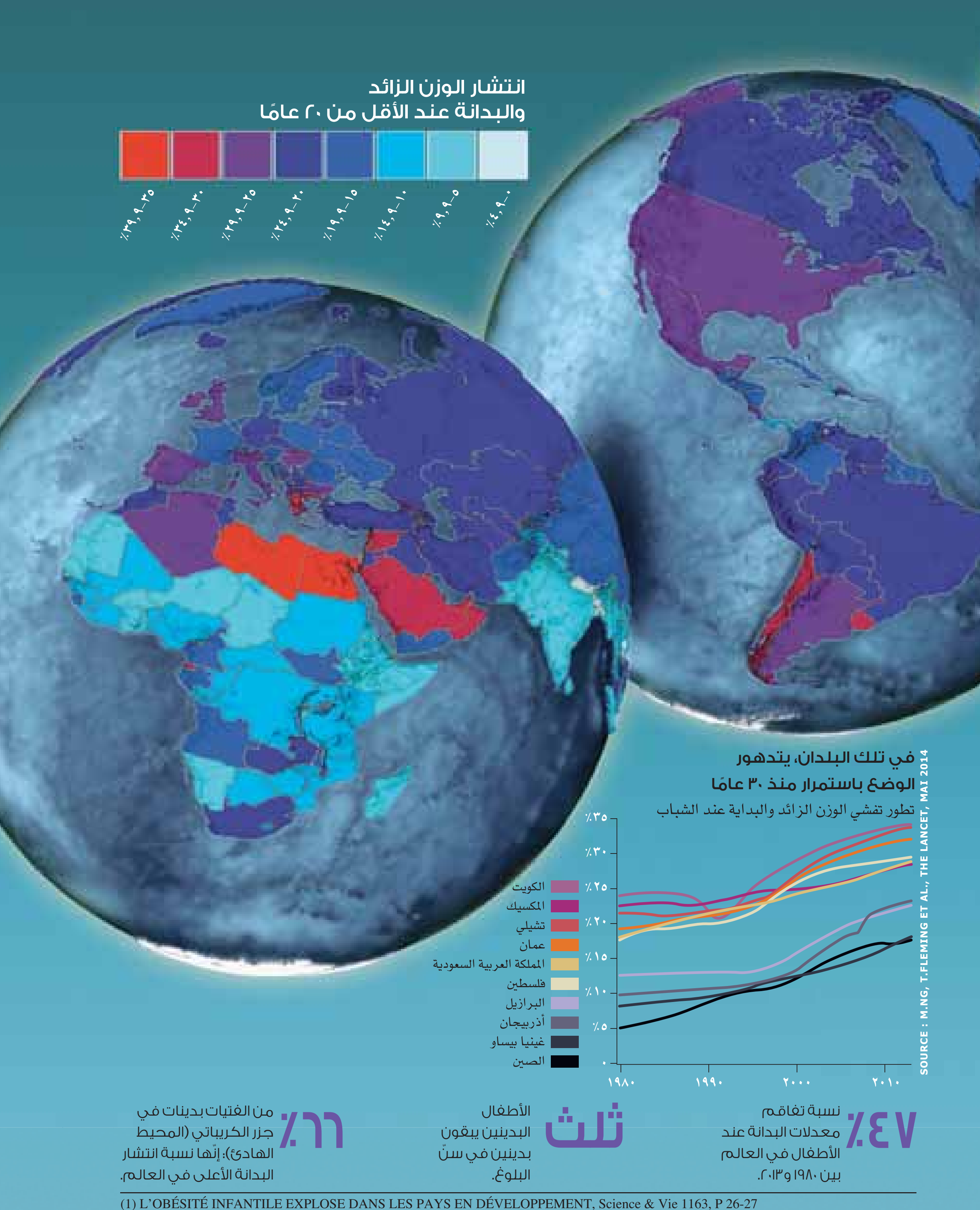


بدانة الأطفال تتصاعد بشكل بالغ في البلدان النامية[1]

خلصت دراسة أجراها أكثر من ١٥٠ باحثًا إلى نتيجة مقلقة بشأن بدانة الأطفال في العام ٢٠١٣، فقد ارتفعت البدانة خلال ثلاثة عقود، وفي البلدان المتطورة فإنّ ٢٣٪ من البالغين الذين يقل عمرهم عن ٢٠ سنة بدينون أو يعانون الوزن الزائد، مقابل ١٦,٥٪ في العام ١٩٨٠، وقد ازداد الارتفاع بشكل ملحوظ في التسعينيّات الميلادية من القرن الماضي في البلدان الصناعيّة، لكن الظاهرة مستقرّة منذ عشر سنوات، من دون أن تشهد أي تراجع. يشرح باتريك تونيان Patrick Tounian، وهو طبيب أطفال في مستشفى أرمان تروسو Armand-Trousseau (باريس) قائلاً: "اليوم وقد باتت المناطق الريفيّة والمدينيّة تتبع أسلوب حياة "مشجع للبدانة"، مع خدمات وسائل النقل وتوفر الأطعمة الغنيّة في متناوله، تبقى نسبة الأطفال البدينين ثابتة".

من ناحية أخرى -ومع تطوّر أساليب الحياة- ترتفع الأرقام باستمرار في البلدان النامية، حيث يعاني من البدانة -في المتوسّط- شابّ من كلّ ٨ شبان، بل وتشهد بعض الدول ارتفاعًا بالغًا، مثل: تشيلي والصين، حيث ثمّة زيادة بنسبة ١٦٪ في عدد الأطفال البدينين أو الذين يعانون من زيادة الوزن مقارنة بالعام ١٩٨٠، ومن وجهة نظر الخبير: "لا تستوي كلّ الفئات العرقيّة في مواجهة البدانة، فبعضها عرضة للبدانة مثل: أبناء أمريكا الجنوبية وقاطني جزر المحيط الهادئ". إنهم أطفال معرّضون لأن يصبحوا بالغين بدينين بما في ذلك من مشكلات صحيّة ناجمة عن البدانة، كأمراض القلب والشرايين، وداء السكري، وأنواع السرطانات. **L.G.**

G.CIRADE - M.KONTENTE

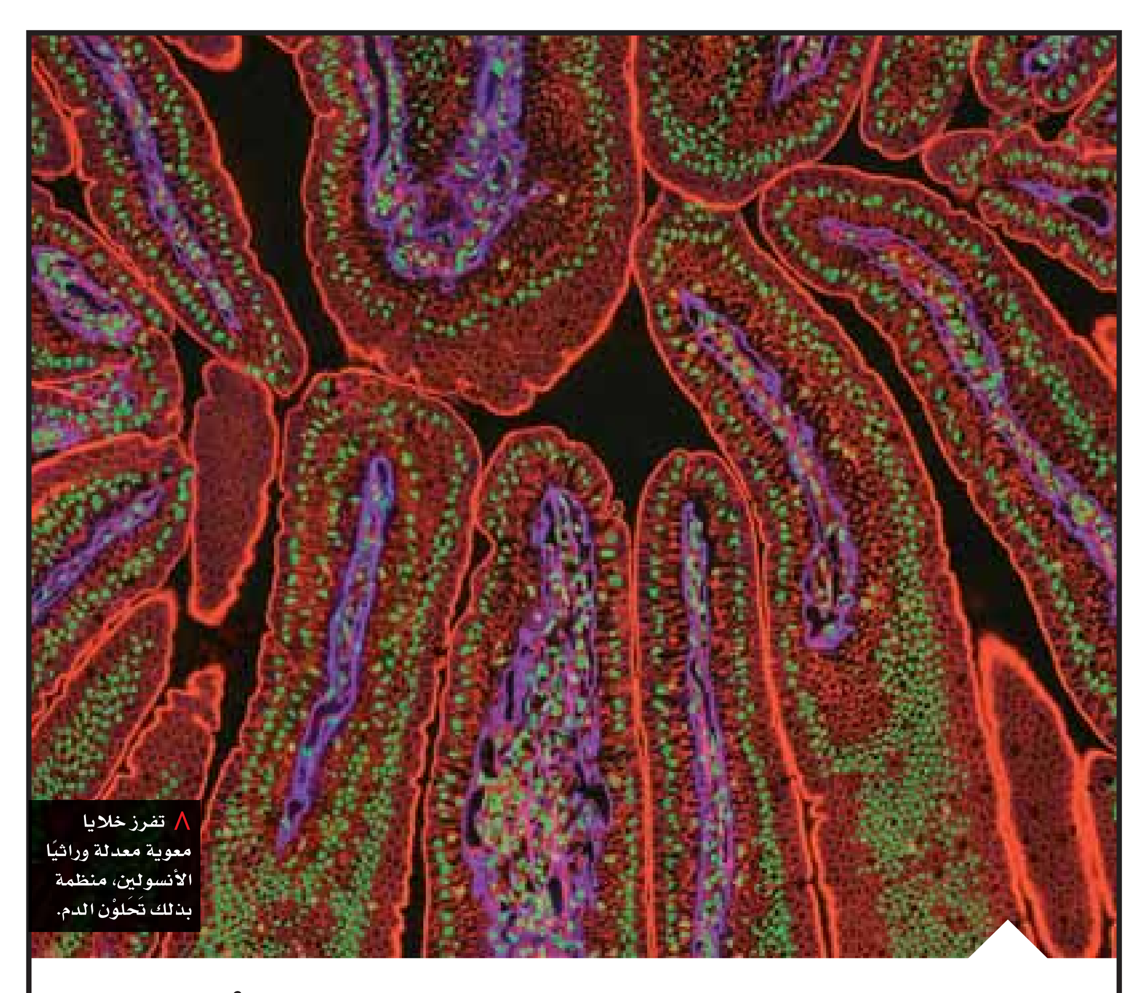


٪٤٧ نسبة تفاقم معدلات البدانة عند الأطفال في العالم بين ١٩٨٠ و٢٠١٣.

ثلث الأطفال البدينين يبقون بدينين في سنّ البلوغ.

٪٦١ من الفتيات بدينات في جزر الكريباتي (المحيط الهادئ): إنّها نسبة انتشار البدانة الأعلى في العالم.

(1) L’OBÉSITÉ INFANTILE EXPLOSE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT, Science & Vie 1163, P 26-27



^ تفرز خلايا معوية معدلة وراثيًا الأنسولين، منظمة بذلك تَحلّوْن الدم.

DR T.DEERINCK/CORBIS

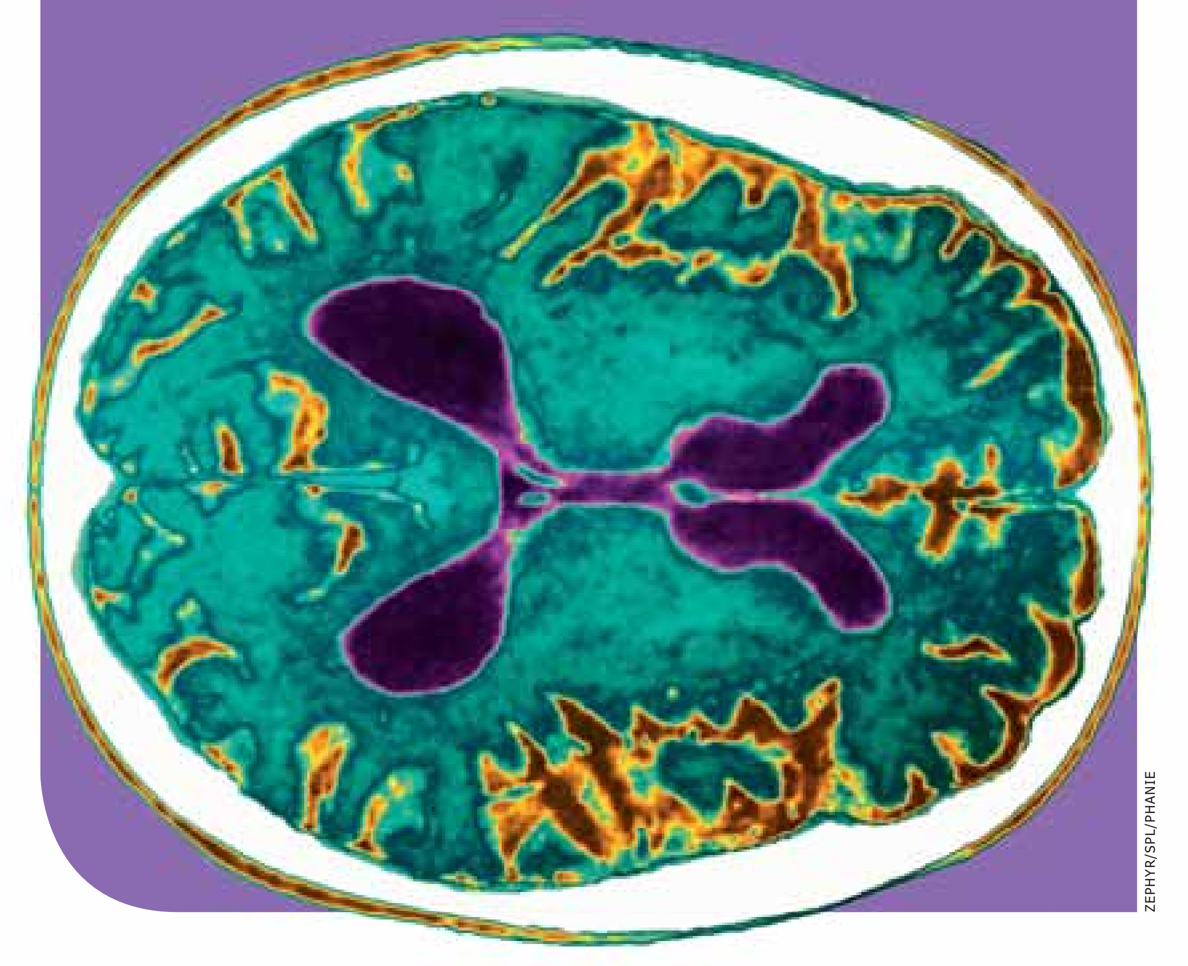
علاج لداء السكري يوجد داخل الأمعاء

لماذا نعالج بنكرياس أصيب بخلل إن استطاع عضو آخر أن يؤمّن وظائفه عنه؟ قد توصل هذه الفكرة المبتكرة التي خطرت لفريق من جامعة كولومبيا (الولايات المتحدة الأمريكية) إلى سبل جديدة لعلاج داء السكري، سبل قد تكون بعيدة كلّ البعد عن الطرق المعتادة. ذلك أنّه بتعطيل عمل مورثة تدعى (FoxO1)، في خلايا الأمعاء البشرية، يزوّد الباحثون قسمًا من خلايا الأمعاء تلك بالقدرة على التحسس بوجود الجلوكوز والرّد عليها بإفراز الأنسولين، وهو هرمون يحفز تخزين السكر في النسيج الدهني. تؤمّن هذه الوظيفة عادة خلايا من النوع بيتا في البنكرياس، المدمّرة عند مرضى السكري من النمط الأول ما يثير -من ثمّ- خطر ارتفاع معدّل السكر في الدم وضرورة الحقن اليومي بالأنسولين. أيمكن أن تحلّ مكانها خلايا الأمعاء المعدّلة؟ نتوقّع الجواب بعد بضع سنوات كما يتمنّى دومينيكو أسيلي Domenico Accili الباحث الرئيس القائم بالدراسة: "نعمل في الوقت الحالي على اختبار جزيئات مختلفة لتعطيل المورث (FoxO1)، ومن ثمّ سنحاول أن نحدّد ما إذا كان تناول إحدى هذه الجزيئات مرّة واحدة في الشهر أو في السنة، قد يقلّص -بالفعل- الحاجة إلى جرعات الأنسولين عند مرضى السكري، أو يقضي على هذه الحاجة كليًا".

E.A.

فحص دم
يكشف مرض ألزهايمر مبكرًا

تشخيص مرض ألزهايمر قبل ثلاث سنوات من ظهور أعراضه الأولى: هذا ما يعدنا به فحص دم طوّره باحثون بريطانيون، فقد حدّدوا مجموعة من ١٠ بروتينات يتيح معدّلها في الدّم توقّع المرض عند أشخاص يعانون ضعفًا معرفيًا بسيطًا. والمطلوب: بدء العلاج بسرعة أكبر للوصول إلى نتيجة أكثر فعالية. وثمة اختبارات أخرى ينبغي إجراؤها، لكن موثوقية الاختبار المذكور بلغت نسبته ٨٧٪ على الأفراد الـ ١١٤٨ قيد المتابعة، وهي نتيجة شبيهة بالنتائج التي يتم التوصل إليها بوساطة التصوير بالرّنين المغناطيسي MRI. (في الأسفل، دماغ مصاب). F.C.


ZEPHYR/SPL/PHANIE



LUDOVIC/RÉA

لا يتجلّى الفركتوز في المشروبات الغازية دائمًا

أظهر باحثون أمريكيون أنّ المشروبات المصنوعة من الكولا أو بعض أنواع شراب الليمون التي تباع في الولايات المتحدة الأمريكية تحتوي نسبة من الفركتوز هي أعلى من نسبة الجلوكوز، فيما ينبغي أن تكون هذه النسبة متوازنة، إذا كانت نسبة السكّر الإجمالية في المشروبات الغازيّة موافقة للمقدار المكتوب على الملصقات، فإن لذلك الفرق في التركيب تداعيات، فالفركتوز في المشروبات الغازية هو "شراب ذرَة ذو نسبة عالية من الفركتوز"، تنسب إليه تأثيرات مؤذية على الصحة (خطر الإصابة بالسكري وبالبدانة) كما أظهر أيضًا تحليل بعض أنواع عصير الفاكهة خروجًا عن التكوين المبيّن. مجلة "غذاء" عدد يونيو ٢٠١٤.



إليكم الخلية العصبية الليزر الأولى[1]

يحاكي عمل «عمود الليزر المصغر» الذي طوره باحثون فرنسيون عمل الخلية العصبية البيولوجية: فُتحت الطريق أمام ذكاء اصطناعي مستحدث...

بقلم: رومان إيكونيكوف[2]

إنها أسطوانة صغيرة للغاية بالكاد يبلغ قطرها ٤ ميكرومترات، يشكلها تراص لطبقات من المواد شبة الموصلة، والتي تنتج شعاع ليزر ضعيفًا للغاية خلال ثوان معدودة. لكن مصمميها يرون فيها خاصة... الخلية العصبية.

لأن "عمود الليزر المصغر" هذا، الذي ابتكره ستة باحثين من مختبر الضوئيات والبنى النانوية التابع للمركز الوطني للأبحاث العلمية في ماركوسي، ينطوي على ميزات الخلية العصبية البيولوجية الأساسية.

بخلاف "شبكات الخلايا العصبية" الافتراضية، أي برامج الحاسوب التي تحاول محاكاة طريقة معالجة الدماغ للمعلومات (اقرأ "في السياق نفسه")، تقلد الخلية العصبية الليزر وظيفة الخلايا العصبية الفسيولوجية.

LPN-CNRS

إنها أحد آخر الإضافات الممثلة لحقل مزدهر، الرقاقات النيرو-مورفية. بكلام واضح: أجهزة "غريبة" تميل إلى التشبه دائمًا من مكونات الدماغ الأساسية... بنسخة إلكترونية (راجع مجلة العلم والحياة "Science & Vie" العدد ١١٤٥ الصفحة ٤٤). أو بالأحرى، في ما يتعلق بالخلية العصبية الليزر بنسختها الإلكترونية الضوئية: تستعمل الضوء الليزر لمعالجة المعلومات.

عمليًا، يضيء شعاع ليزر خارجي العمود المصغر باستمرار ويزوده بالطاقة.

خاصة، وهذه أحد أوجه التشابه بينها وبين الخلية العصبية البيولوجية، يمكنها بنفسها أن تصدر ضوءًا من الليزر عندما تتلقى ذبذبة ضوئية من ليزر آخر، بشرط أن تتجاوز تلك الذبذبة طاقة معينة، "عتبة التنبيه" (عشرة نانوجول). في هذه الحالة، ترد الخلية العصبية الليزر بذبذبة ليزر من الشكل والفترة الزمنية نفسها: جواب من نوع "كل شيء أو لا شيء".

الميزة المشتركة الثانية: "وجود ←

في السياق نفسه

للتعرف تلقائيًا إلى كلمات، وترجمة مطالب أرسلت إلى محركات الأبحاث، وتحسين عمليات النقل... يبرز عمل شبكات "الخلايا العصبية الاصطناعية" أكثر فأكثر. إنها قادرة على محاكاة قدرات من قدرات الدماغ، إلا إنها ليست سوى برامج معلوماتية بسيطة. تذهب الخلية العصبية الليزر إلى أبعد من ذلك: تقلد السلوك الفيزيائي للخلايا العصبية البيولوجية.

← فترة جموح مطلقة". بعد أن تصدر الخلية العصبية الليزر ذبذبة، تبقى خاملة خلال فترة معادلة (٢٠٠ بيكوثانية) وتعجز عن التفاعل مع تنبيه جديد.

١٠ ملايين مرة أسرع من الخلية العصبية

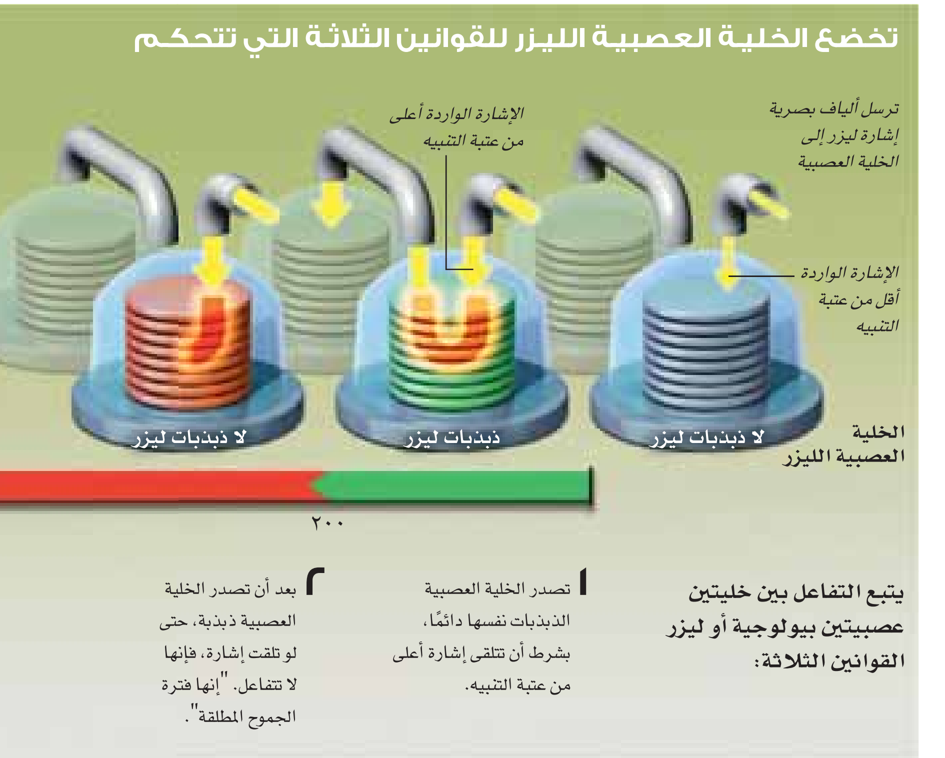
في النهاية، تتسم الخلية العصبية الليزر بفترة جموح "نسبية" (من ١٥٠ بيكوثانية) تتبع الفترة التي سبقتها مباشرة. إنها الميزة الثالثة الضرورية التي تتقاسمها مع الخلايا العصبية الحية.

عمليًا، لا يستجيب الجهاز إلا إن تجاوزت الذبذبة عتبة التنبيه بكثير. بالتالي، تصدر ذبذبة، لكنها تكون أضعف من ردها المعتاد "كل شيء أو لا شيء".

بين الخلية الاصطناعية والخلية البيولوجية، تختلف طبيعة الإشارات والطاقات والفترات المعمول بها. الإختلاف الأول يكمن في أن الخلية العصبية الاصطناعية اسرع في الواقع بعشرة ملايين مرة!

لكن اجتماع الميزات الثلاث الأساسية التي تتسم بها الخلايا البيولوجية في جهاز مجهري (وقد يصنع بإنتاج ضخم بسعر أقل)، هي في الحقيقة حلم علماء الحاسوب.

وقد تحمس لذلك رودي غيونو Rudy Guyonneau المسؤول عن البحث والتنمية في الشركة الناشئة سبيكينيت تيكنولوجي



Spikenet Technology، المختصة بالأنظمة النيرو-مورفية (مختبر تابع للمركز الوطني للأبحاث العلمية الخاص بالدماغ والمعرفة في تولوز) قائلا: "يمكن لهذا الجهاز أن يفتح الباب لمستويات من الحساب لم نكن نتوقعها حتى الآن".

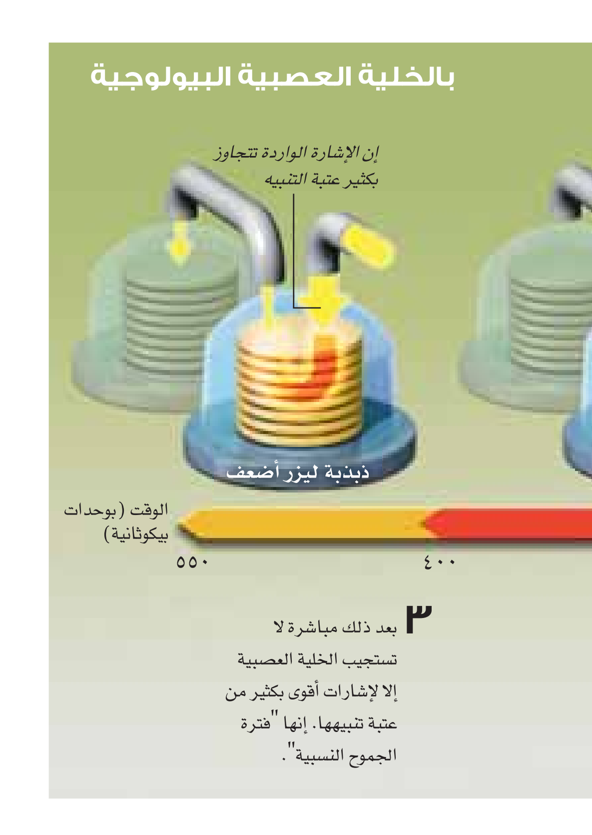
في الواقع، تقدم تلك الميزات الثلاث الأساسية المستمدة من النموذج البيولوجي للخلية العصبية الليزر طرقًا مستحدثة لمعالجة المعلومات، لا تتوصل إليها الأجهزة التقليدية.

تسمح خاصة بفصل الإشارات المفيدة عن التشويش المحتمل. يشرح سيلفان بارباي Sylvain Barbay أحد المخترعين الستة قائلًا: "يتخذ جواب الخلية العصبية على تشوش ما الشكل نفسه دائمًا. هذا النوع من الأجوبة، المسمى غير خطي، يخول القضاء على الضجيج في الخلفية".

تجعل فترتا الجموح من جانبها الخلايا العصبية الليزر قادرة على العمل بطريقة اقتصادية. يشرح سيلفان بارباي Sylvain Barbay قائلًا: "في شبكات الخلايا العصبية البيولوجية، إن فترات الجموح (ميلي ثانية واحدة تقريبًا لكل منها) هي ضرورية لتوجيه انتشار إشارة ما. إنها تمنع تلك الإشارة من عودة أدراجها وتدفعها باتجاه خلايا عصبية لن تحثّ بعد". مما يجنب

أدركت الآلة أخيرًا حسّ الوقت

تشفر مادتنا الرمادية المعلومات وتعالجها من خلال تواتر ذبذبات الخلايا العصبية الكهربائية والفترات الزمنية بين تلك الذبذبات. بالنسبة إلى الدماغ، تعود معالجة المعلومات في الواقع إلى تنسيق سيمفونية مع تجانسها وفواصل إيقاعها. إنها موهبة ضرورية لا تتسم بها "الخلايا العصبية" الرسمية للبرامج المعلوماتية، التي تتبادل المعلومات آخذة بعين الاعتبار ذلك البعد بطريقة محدودة للغاية. بالاعتماد على أجهزة قادرة على تنسيق سلوكها بحسب تواتر الذبذبات وفتراتها الزمنية، يتمنى الباحثون الذين يطورون الأجيال التالية من الرقاقات النيرو-مورفية إذًا تجاوز إطار الرياضيات الصرفة للمعلوماتية لتقريب الآلة من أسلوب الفكر دائم التأثير.



٣ بعد ذلك مباشرة لا تستجيب الخلية العصبية إلا لإشارات أقوى بكثير من عتبة تنبيهها. إنها "فترة الجموح النسبية".



رودي غيونو
RUDY GUYONNEAU
مسؤول عن البحث والتنمية في الشركة الناشئة سبيكينيت تيكنولوجي Spikenet Technology



هذا الجهاز يفتح الباب أمام مستويات حسابية لم نفكر فيها حتى الآن

إنهاك الخلايا العصبية ويخول توزيع الحسابات بطريقة فعالة.

نحو أنظمة هجينة

بشكل محدد أكثر، تخول فترة الجموح النسبية للخلايا العصبية نقل إلى مثيلاتها معلومات عن الوتيرة الزمنية للذبذبات الواردة. إنها قدرة أساسية في قلب تشغيل الدماغ البشري. يشير سيلفان بارباي Sylvain Barbay قائلًا: "إن تلقت خلية عصبية مجموعة ذبذبات خلال تلك الفترة، يمكنها أن تحولها إلى إشارة واحدة، تحوي بعض المعلومات عن الميزات الزمنية لهذه المجموعة من الذبذبات".

سرعة معالجة كبيرة، وفرة الوسائل التي لا تضاهى، حساسية استثنائية على الطريقة التي تتوالى فيها المعلومات في الزمن... تتسم الخلية العصبية الليزر بكل المقومات نحو تنمية الذكاء الاصطناعي مستفيدة بشكل مميز من العالمين العضوي والاصطناعي.

بما أنه يمرر المعلومات عبر الطريق الضوئي، قد تكون نقطة إلتقاء بين هذين العالمين، متنبئة بأنظمة هجينة تضم الخلايا العصبية البيولوجية والأجهزة النيرو-مورفية، ويقول سيلفان بارباي حالمًا: "وهذا ممكن منذ أن بدأنا نعالج جينيًا الخلايا العصبية لجعلها حساسة تجاه الضوء".

لكن يعترف الباحثون إن حقلهم لا يزال جديدًا للغاية ويبقى الأداء أقل من أداء المعلوماتية. يشرح سيلفان بارباي قائلًا: "نعمل على ضم أعمدتنا المصغرة إلى الشبكة للحصول على نظام فعلي لمعالجة المعلومات".

يحتاجون خاصة إلى عنصر آخر أساسي للخلايا العصبية البيولوجية: قدرتها على حفظ المعلومات في الذاكرة.

إن الشبكة البيولوجية تحفظ الأحداث الماضية وتغير في كل دورة معالجة الاتصال بين كل تلك الخلايا العصبية. إن قوة الصلة بين الخلايا العصبية تحول الذكريات إلى رموز، بما أن الصلة تعزز عندما تكون الخلية العصبية مطلوبة غالبًا أو تتضاءل في الحالة المعاكسة. يقول بارباي: "نسعى إلى تزويد أعمدتنا المصغرة بتلك القدرة، عن

جمع صفات الخلية العصبية على رقاقة: حلم علماء الحاسوب

طريق التحكم في شدة الليزر الأساسي (الليزر الذي يمد الخلية العصبية الليزر بالطاقة باستمرار)، لتغيير عتبة التنبيه لكل وحدة بصورة فردية وفي الزمن الحقيقي".

لا بأس، يعمل مختبر الاتصالات بالموجات الضوئية في جامعة برينستون في الولايات المتحدة الأمريكية على ضم أعمدة الباحثين الفرنسيين المصغرة إلى الشبكة. ما زالت الخلايا العصبية الليزر محور الأحاديث...

للاستزادة *

للاطلاع: مقال مصممي الخلية العصبية الليزر الستة العلمي، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

B. BOURGEOIS - C.BELLAVITA

(1) VOICI LE PREMIER NEURONE-LASER, Science & Vie 1164, P 99-101
(2) Román Ikonicoff


En France, un tel projet a du mal à passer. Les exploitations de vaches laitières
va voir le jour dans la Somme
sif qui suscite l'ire des riverains

جدل حول مزرعة الألف بقرة

وحدات استخراج الميثان: إلى أيّ مدى تشكل حلاً بيئيًا؟[1]

لم تعد ألمانيا تطرح هذا السؤال، بوحداتها التي بلغ عددها ٤٢٠٠. بعكس فرنسا، وبخاصة منذ خبر افتتاح مزرعة الألف بقرة. صُنع هذا الخزان ليكون أقوى سبع مرات من متوسّط قدرة منشآت المزرعة (١,٤٨٩ ميجاواط مقابل ٠,٢ ميجاواط)، وتتمثّل مهمّته بالتقاط الميثان من النفايات العضويّة واستعماله لإنتاج الكهرباء (راجع المربع أدناه).

تذكير بالوقائع

في ١٧ يونيو ٢٠١٤، نظّمت المزرعة أبوابًا مفتوحة من أجل الصحافة.
في ٧ مارس ٢٠١٣، صدرت الموافقة على بناء مزرعة الألف بقرة، على الرغم من تظاهر السكان المحليّين.
في ٢٣ فبراير ٢٠١١، تقدّم ميشال راميري Michel Ramery، وهو منسّق المشروع، بطلب افتتاح مزرعة الألف بقرة في بيكاردي بفرنسا.
في العام ٢٠٠٣، أنشئت أول وحدة عمليّة زراعيّة لاستخراج الميثان في مقاطعة لورين الفرنسية.

وحلّ ونفايات أيضًا

لكن المشروع يبلور مخاوف المئات من السكّان المحليّين. إلى حدّ الشكّ في عمليّة استخراج الميثان على نطاق واسع، وهي العمليّة التي يتهمونها بأنّها أكثر ضررًا على الأرض من المنشآت الصغيرة.

في الأساس -وفق شرح الين دوفوشيل Elen Devauchelle، المسؤولة عن دراسات الطاقة الحيوية في سولاغرو، وهي مؤسّسة تشاركيّة مختصّة في إدارة الموارد الطبيعية بفرنسا- "يهدف استخراج الميثان إلى خفض انبعاثات الغازات بتأثير الدفيئة، بالتقاط انبعاثات الميثان التي تحدث بصورة طبيعيّة خلال تخزين بقايا المزرعة" ويمثّل هذا التخفيض ٢٧٧ طنًا من معادل ثاني أكسيد الكربون في السنة لكل وحدة استخراج الميثان بقوة ٠,١٧ ميجاواط، وفي حال ازدادت قوّتها، من المنطقي أن تتنامى هذه الفائدة البيئويّة. أجل، لكن إلى أيّ درجة؟

ذلك أنّ نفايات المنشأة الزراعيّة المحليّة لا تكفي إذا كانت وحدة استخراج الميثان من النوع الكبير، لذا نحتاج إلى إضافة النفايات الغذائية الزراعية، الصناعيّة أو نفايات المستشفيات، المواد غير المباعة في المتاجر الكبرى، بل وحتى وحل محطّات التصفية. ستحتاج مزرعة الألف بقرة -من ثمّ- إلى ١٥ ألف طنٍّ من المواد المكمّلة في السنة، أي ٤١٪ من المزيج، وهو الحد الأقصى المسموح به.

تكمن الفائدة في كون هذه المواد المكمّلة تسمح بإعادة تدوير المزيد من الميثان: ٢٢٠ مترًا مكعبًا من الدهون تطرحها الهيئات المحليّة أو العامّة أو المسالخ، مقابل ١٢ مترًا مكعّبًا لطن من روث الخنازير.

من ناحية أخرى، تعدّ الرواسب العضويّة المشتقّة من هذه المواد مصدر انبعاث أكبر للنتروجين، المرادف لتحميض الجوّ وانبعاث الجسيمات الدقيقة. أظهر تحليل أنجزه كلٌّ من المعهد الفرنسي الوطني للبحث الزراعي (Inra) بالاشتراك مع المعهد الوطني للبحث في العلوم وتقنية البيئة والزراعة (Irstea) بفرنسا، والغرفة الزراعيّة في مقاطعة بريتاني بفرنسا، أن تسرّبات النتروجين بالتطاير وصلت من ١٧ إلى



PAUL LANGROCK/ZENIT/LAIF-RÉA

٢٢٪ بالنسبة إلى الرواسب العضويّة، مقابل من ٦ إلى ١١٪ بالنسبة إلى الروث الخام، ولكن بحسب إلـين دوفوشيل Elen Devauchelle، لا ينبغي أن ننسـى أنّـه "إن لم يعاد تدوير تلك المـواد المتممة بوسـاطة استخراج الميثان، سـينتهي بها الأمر في المحرقة أو في مرمى النفايات، ما يسفر عن خطر حقيقي من التلوث الجوي".

انتقـاد آخـر: حركة المرور الكبـيرة المرتبطة بنقـل هذه الرواسـب العضـويّة. يرد كريسـتيان كوتوريـيـه Christian Coutourier وهـو مدير سـولاغرو قائـلًا: "يمكن أن يؤثـر نقلها في البيئة في حـال امتد علـى آلاف عدة مـن الكيلومترات، ولا ينطبـق ذلـك في حال كنّـا في أراض زراعيّة ومنشـآت ذات حجم معقول". يؤكد ذلك فابريس بيلـين Fabrice Béline، مديـر الأبحـاث في إدارة البيئة والمعالجة الحيوية في المعهد الوطني للبحث في العلوم وتقنية البيئة والزراعة (Irstea) في رين بفرنسا: "على صـعيد الطاقة الإجمالي، لا تسفر عمليّـة النقل عـن أيّ تداعيـات علـى الكوكب". بالنسـبة إليـه، ربما تكمـن المشـكلة الوحيدة في "تسـربات الغـاز الحيوي في قلب حوض وحدة اسـتخراج الميثـان، التـي تشـكّل أسـاس انبعاث الميثـان في الجوّ، لكنها تقدّر اليوم بـ ١ أو ٢٪ مهما كانت المنشـأة. مـن ثـمّ، لا تأثير لهـا في البيئة" وحتـى الآن، لم يتـم الإبلاغ عن أيّ حالة تسـرب مفاجئ بالغ.

F.C.

وحدة استخراج الميثان: ما هي؟

يركّب هـذا الخـزان الـذي يستوعب آلاف اللـترات بقرب مزرعـة، ليقلّص -في الوقت عينه- انبعاث الميثـان مـن الملوّثات الزراعيّة، وإنتاج الكهرباء "الخضـراء" وتوفير أسمـدة زراعية طبيعية للحقول المحيطة، بفضل الترسبات التي تشكل "رواسب عضويّة" غنيّة بالنتروجين. خلال سنة، سمح ١٥ ألف طنٍّ من النفايات المعالجة بتدفئة ٧٠٠ منزل، أو تزويد ١٣٠٠ مسكن بالكهربـاء. مـع العلم أنّه في حال لم تخزّن النفايات، يتسرّب الميثـان مباشرة إلى الجوّ، الأمر الذي يعزّز الاحتباس الحراري على نحو خطير.

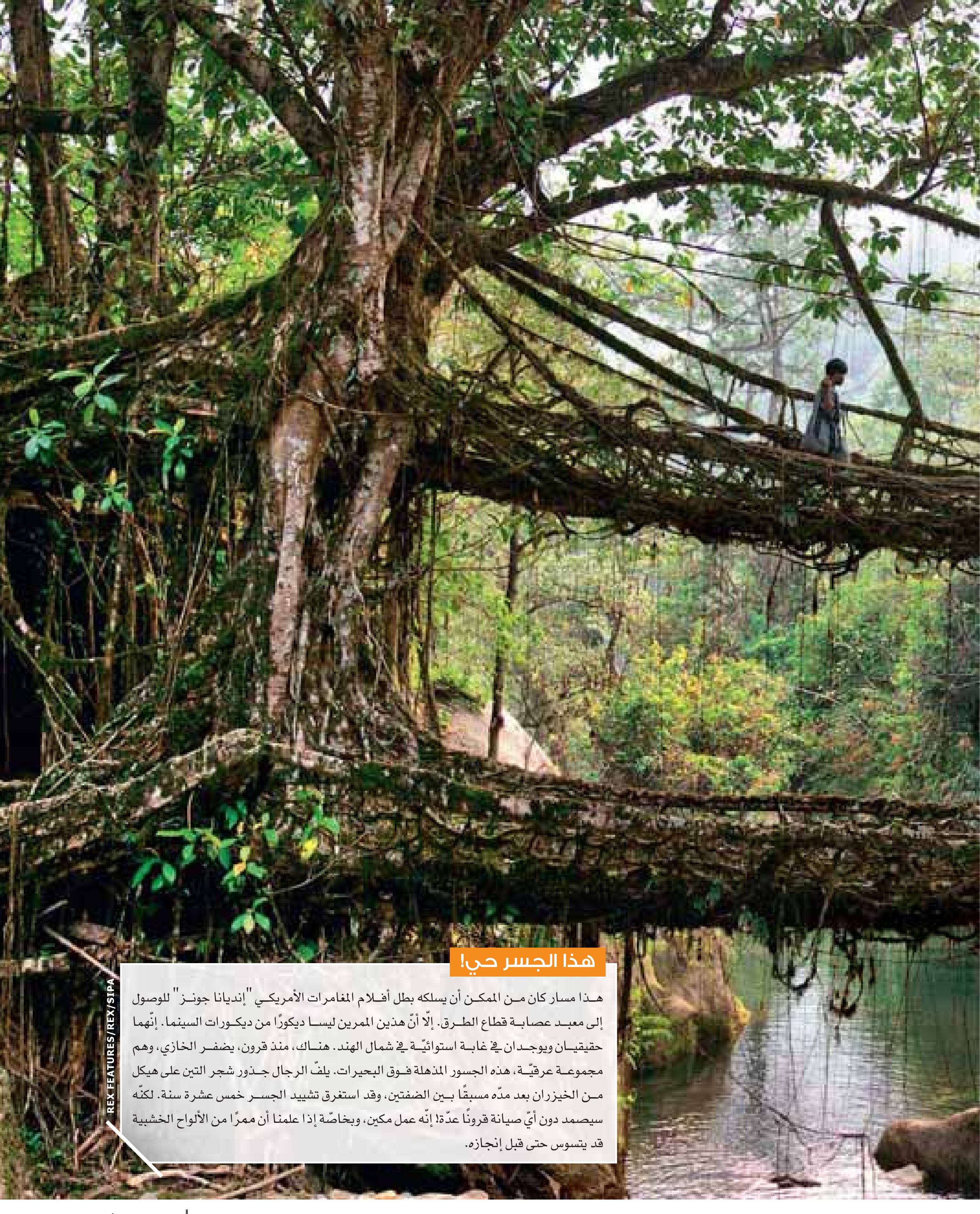
(1) POLÉMIQUE AUTOUR DE LA FERME DES 1 000 VACHES: A QUEL POINT LES GROS MÉTHANISEURS SONT-ILS UNE SOLUTION ÉCOLOGIQUE?, Science & Vie 1163, P 40-41



الجذور، تتكيف مع بيئتها...[1]

بفضلها، غزت الأشجار الأرض بأكملها. ذلك لأنّ جذورها تمكّنت من التكيف مع كلّ أنواع التربة، من الصحراء إلى الغابات المنعزلة.

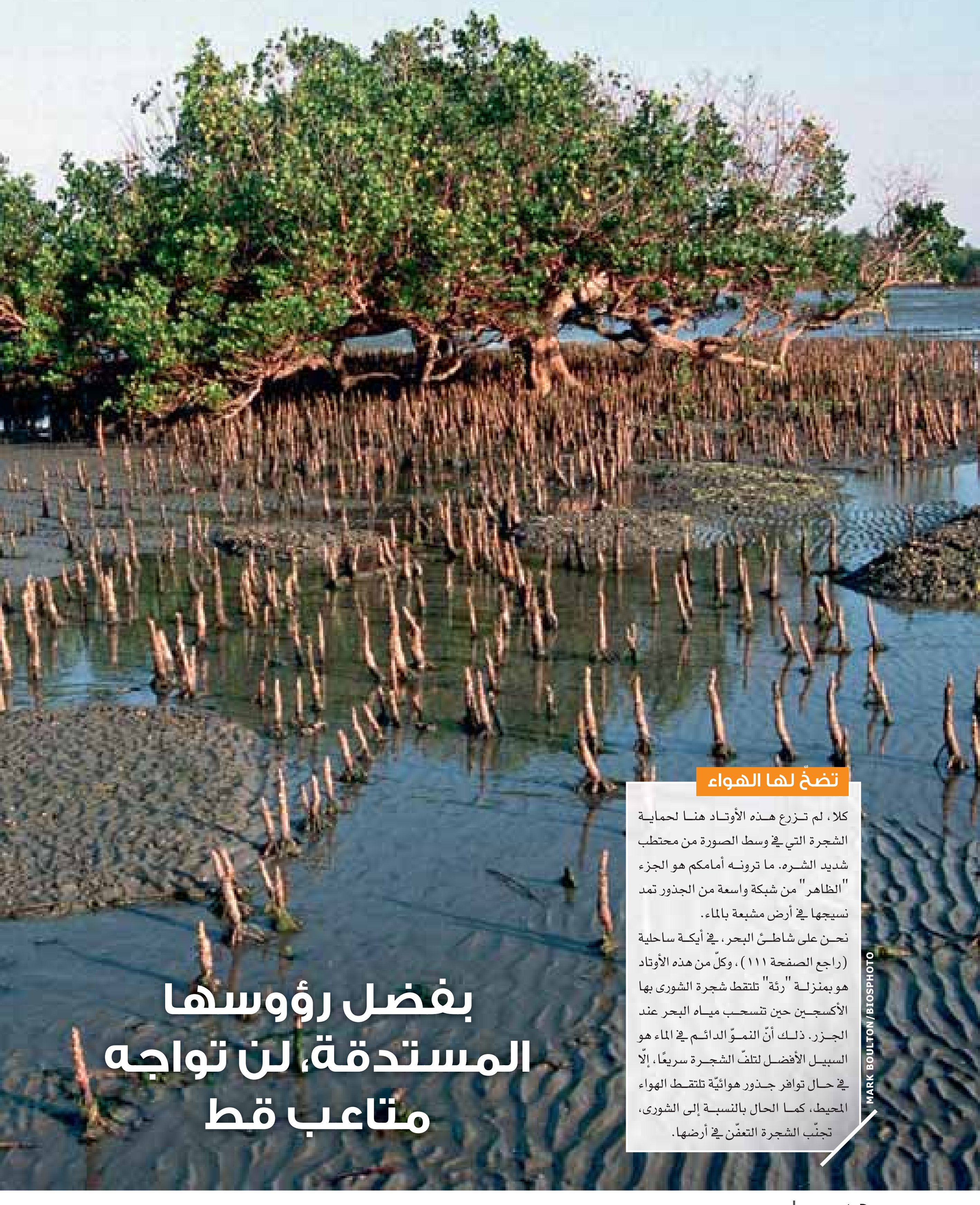
بقلم: إيمانويل غروندمان[2]



REX FEATURES/REX/SIPA

هذا الجسر حي!

هـذا مسار كان مـن الممكـن أن يسلكه بطل أفـلام المغامرات الأمريكـي "إنديانا جونـز" للوصول إلى معبـد عصابـة قطاع الطـرق. إلّا أنّ هذين الممرين ليسـا ديكورًا من ديكـورات السينما. إنّهما حقيقيـان ويوجـدان في غابـة استوائيّـة في شمال الهند. هنـاك، منذ قرون، يضفـر الخازي، وهم مجموعـة عرقيّـة، هذه الجسور المذهلة فـوق البحيرات. يلفّ الرجال جـذور شجر التين على هيكل مـن الخيزران بعد مدّه مسبقًا بـين الضفتين، وقد استغرق تشييد الجسـر خمس عشرة سنة. لكنّه سيصمد دون أيّ صيانة قرونًا عدّة! إنّه عمل مكين، وبخاصّة إذا علمنا أن ممرًا من الألواح الخشبية قد يتسوس حتى قبل إنجازه.



بفضل رؤوسها المستدقة، لن تواجه متاعب قط

تضخّ لها الهواء

كلا، لم تزرع هذه الأوتاد هنا لحماية الشجرة التي في وسط الصورة من محتطب شديد الشره. ما ترونه أمامكم هو الجزء "الظاهر" من شبكة واسعة من الجذور تمد نسيجها في أرض مشبعة بالماء.

نحن على شاطئ البحر، في أيكة ساحلية (راجع الصفحة ١١١)، وكلّ من هذه الأوتاد هو بمنزلة "رئة" تلتقط شجرة الشورى بها الأكسجين حين تنسحب مياه البحر عند الجزر. ذلك أنّ النموّ الدائم في الماء هو السبيل الأفضل لتلفّ الشجرة سريعًا، إلّا في حال توافر جذور هوائيّة تلتقط الهواء المحيط، كما الحال بالنسبة إلى الشورى، تجنّب الشجرة التعفّن في أرضها.

MARK BOULTON/BIOSPHOTO



شجرة القصب

الشعيرات المتدليّة من شجرة الكاذيّ هي في الحقيقة عكّازات. إنّها هنا لتسند الجذع. وذلك ليس لكون التربة متحرّكة، بل لأنّ الشجرة من النوع الغضيض، فشجرة الكاذيّ -وعلى الرغم من الظاهر- هي عشبة على غرار النخل أو أشجار الموز. فهو من ثمّ لا يصنع الخشب مثل الأشجار الحقيقية. أمر مزعج عندما يصل طول هذه الشجرة إلى ٢٠ مترًا ويحمل فاكهة يصل وزن كل منها إلى ١٥ كجم! أُلهِمَت شجرة الكاذيّ الحلّ: تغيَّر شكل جذورها وتحولت إلى أوتاد مكبلة.

مسخ مترامي الأطراف!



جاك الخانق!

يعطي هذان الراهبـان البوذيان (في الأسفل) فكـرة عـن المقياس هنـا: الشجـرة التي تمد جذورهـا فـوق رأسهمـا عملاقة! ولكـن كيف نمت شجـرة التين هذه الخانقـة للتمثال (إلى اليسـار) علـى معبـد الخمـير في تايلاند؟ في الواقع، وخلافًا لمعظم النبات الذي يتبرعم من الأرض ويرتفع في الهواء، تقوم هذه الشجرة

JON ARNOLD/HEMIS

بعكس ذلك. فقد نمت بذرتها التي أودعها عصفور ما بين حجرتين. مدت النبتة شبكة جذورها لتقتات ببقايا نبات مجهرية تضمرها فجوات المبنى. وعندما بلغت الأرض، اتخذت شجرة التين التي أصبحت تتغذى جيّدًا حجمًا عملاقًا، بعد أن أحكمت قبضتها على المبنى الذي شيده الإنسان.

GUIZIOU FRANCK/HEMIS

جذور مربعة

كانت هذه الشجرة جائعة للغاية فلم يكف المربع الصغير من التربة الذي زرعها فيه الرجال في هونغ كونغ لإشباع شهيتها المتزايدة. لذلك، وبحثًا عن جرعتها من الأملاح المعدنية في الأرض، اضطرت إلى إدخال جذورها في أدنى المساحات المتاحة. وهنا في هذه الحالة، في شقوق رفيعة بين صفوف من حجارة الرصف الرقيقة المسدودة. من هنا أتى شكل نظام جذورها العجيب الذي يتلوى بزوايا مستقيمة!

DR

تلال سريّة

أيّ عاصفة تمكنت من مسح كلّ تلك الأشجار في وادي الموت، في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية؟ إذ تظهر جذور بالفعل من تحت أكوام الرمال. لكن أين الجذوع؟ إنها مخفية في الداخل! لا تنتمي تلك الجذور في الواقع إلى شجرة، بل إلى شجيرة متكيفة مع الصحراء. هنا، تدفن رياح عاتية بانتظام هذه الجنبات تحت أكوام من الرمال، وتختفي الأوراق والأغصان ولكن تبقى النبتة في الأسفل حيّة. تلتقط الجذور المرسلة نحو السطح أيّ غذاء متوفّر مهما قلّ، وحالما تمطر، تظهر خلال أيام الأوراق والأزهار على قمّة كلّ تلّ!

MICKAEL MELFORD/NATIONAL GEOGRAPHIC

التعزيزات أو الموت!

ترتفع هذه الشجرة أكثر من ٦٠ مترًا في أحد أدغال كوستاريكا بأمريكا الجنوبية. ينبغي على جذورها أن تتأصل في عمق الأرض لتعزيزها، ولكن باطن الأرض في الغابات الاستوائية يفتقر إلى المغذيات، وهذا يمنعها من الانغراس فيه. لذا اضطرت هذه الشجرة العملاقة إلى نشر جذورها على سطح الأرض لتقتات من بساط الأوراق المتحللة الذي يغطي التربة، إلى حدّ مخاطرة هذه العملاقة بالسقوط أرضًا بفعل عاصفة عنيفة. لهذا السبب، زوَّد الخالق هذا النوع على مر أطوار حياته بجذور بشكل منصة تمنعه من التأرجح.

PETE OXFORD/MINDEN PICTURES



خفر سواحل في الخطوط الأمامية

أرجلها بحرية

أمـر غريب، فهذه الشجرة تبدو بلا جـذع. يخيّل إلينا أنّها تقف على ركيزتين لئلا تبلّل قوائمها. مع ذلك، لشجرة الشورى هذه جذع، لكنّه صغير للغاية ولا فرق بينه وبين الجذور التي تحيط به والتي تعمل عمل المرتكز: فهي ترسخ الشجرة في التربة الموحلة والمتحركة على شاطئ البحر. في المناطق الاستوائيّة، تشكّل أشجار الشورى غابات حقيقية، هي الأيكات الساحلية، وتترامـى شبكة جذورها مكوّنة أفضل حماية للسواحل من موجات الأعاصير والتسونامي الصاخبة.

(1) LES RACINES, CES MALIGNES..., Science & Vie Junior 298, P 6-13
(2) Emmanuelle Grundmann



TOMMY TRENCHARD

الاندفاع نحو الرمال (١)

إنّه المورد الطبيعي الثاني الأكثر استعمالاً في العالم بعد الماء. ازداد استثماره ثلاثة أضعاف خلال عشرين عامًا، ما بدأ يطرح معضلات خطرة. توضيحات.

بقلم: إيمانويل ديلوي (٢)



١ لماذا نستهلك هذه الكميّة الكبيرة من الرمل؟

الجواب: لأنّ استعمالاته كثيرة: نصنع منه الزجاج، ويُستعمل كمادة صنفرة في الصناعة –لتنظيف القطع المعدنيّة، مثلًا– أو كطبقة مصفيّة لمعالجة المياه الملوثة وما شابه، ولكن إذا كان استهلاكنا عاليًا – ٧ أطنان في السنة ولكل فرد، في فرنسا وحدها!– فهذا في الأساس لبناء المنازل، والمباني، والطرقات والجسور. فالرمل هو المكوّن الرئيس لصناعة الخرسانة المسلّحة، مادة البناء الأكثر استعمالًا في العالم، وصفته؟ يمزج ثلثان من الرمل مع ثلث من الإسمنت والماء، ثمّ يصب المزيج على هيكل فولاذي. يمكن –بالتأكيد– أن نشيد منازل من الخشب ومن الحجر المنحوت إلخ... إلّا أنّنا منذ اختراعها في نهاية القرن التاسع عشر الميلادي، لم نجد مادةً تتميّز بصلابة أكبر وتكلفة إنتاج أقلّ من الخرسانة المسلحة. ما يفسّر الكميّات الهائلة من الرمال المستعملة في البناء. يشير الاتحاد الوطني لمنتجي >الركام< UNPG إلى أنّه في فرنسا "يستهلك كلّ فرد منّا ٢٠ كجم في اليوم". فمنزل ذو حجم متوسّط –مثلًا– يُشيَّد باستعمال ١٠٠ إلى ٣٠٠ طن من الرمال، وتحتاج مستشفى أو مدرسة على الأقل إلى عشرة أضعاف ذلك من الرمال.



MC FILMS/REX FEATURES/REX/SIPA

REX FEATURES/REX/SIPA

>٨ لتشييد هذه الجزر الاصطناعية العملاقة (أعلاه نخلة الجميرة، وإلى اليمين العالم قيد البناء)، اضطرت إمارة دبي إلى استيراد أكثر من ٨٣٥ طنًا من الرمال.

> في سيراليون (أفريقيا)، بعد عشر سنوات من الحرب الأهلية التي دمرت البلاد، ينهب اللصوص الشواطئ الرملية، ليبيعوا الرمال إلى صناعة البناء.



من أين تستخرج تلك الموارد التي يبدو أنها لا تنضب؟

إضاءة

الركام
شظايا صخريّة (رمل، حصى...) مستعملة في تشييد المباني أو المنشآت العامّة (جسور، طرقات، وسدود السكك الحديدية...).

الجواب: موارد الرمل الطبيعيّة في كل مكان من قاع نهر، مصب نهر أو ساحل. في الواقع، هذه المواد الأوليّة ليست أكثر من صخر انقسم ودحرجته التيّارات المائيّة إلى أن شكّل حبيبات يتراوح قطرها بين ٠,٠٦ و٢ ميليمتر. في الأسفل، يسمّي الجيولوجيون هذه الحبيبات طميًا وطينًا، وفي الأعلى، يسمّونها حصى، وكشأن كلّ المعادن الخام، نستخرج الرمل من المقالع. في فرنسا، نحصي حوالى ١١٣٠ مقلعًا، وهي موزّعة على كلّ مقاطعات فرنسا. في بعض الحالات، يجمع الرمل مباشرة بالمجرفة بالحفر في الأرض أو في قاع النهر، ولكن –كما يشرح إريك شومييون Éric Chaumillon–: "بالقرب من تلك المقالع، ثمّة حقول، ومدن، وطرقات، ومواقع سياحيّة. لا يمكن إذن توسيع هذه المقالع دون خطر التعدّي على مبانٍ" من ثمّ، تحول منتجو الركام إلى موارد أخرى، مثل الرمل المسحوق (المصنوع من الصخور المسحوقة) أو رمل القاع البحري، الذي تمتصّه المراكب المجهّزة بأنابيب طويلة موصولة بمضخات. لا يزال استغلال هذه الحقول البحريّة في الوقت الراهن محدودًا (في أوروبا، يكاد لا يمثّل أكثر من ٢٪ من الإنتاج)، لكنّه قد يزيد، وذلك بسبب نفاد الموارد في الحقول التقليديّة تدريجيًّا.



ما خطر استخراجه من قاع البحار؟

الرمل بالأرقام

١٥
مليار طن من الرمل تستهلك كلّ سنة في العالم من قبل قطاع البناء. ما يسمح بتشييد جدار يرتفع ٢٧ مترًا وعرضه ٢٧ مترًا حول خط الاستواء الأرضي!.

٣٧٩
مليون طن من الركام تُنتج في فرنسا في السنة الواحدة.

٢٤
هو عدد الجزر الإندونيسيّة الصغيرة التي اختفت منذ العام ٢٠٠٥ بسبب استخراج الرمال منها.

١٠
يورو، إنّه ثمن طن من الرمل المستخرج من مقلع (أي سنت واحد للكيلوجرام، ما يعادل ٥ هللات للكيلوجرام).

الجواب: تدمير البيئة البحريّة. عندما تسحب القوارب الرمل بوساطة الأنابيب، تقتلع من قاع البحر الأجناس الحيوانيّة والنباتيّة التي تعيش فيه، ثمّ تطرح جسيمات أدقّ من الرمل، ما يعكّر الماء ويخلّ بالكائنات البحريّة. في النهاية، عند ترسّب هذه الجسيمات مجدّدًا في القاع، تشكّل دثارًا من الوحل يغطّي مواضع البيض التي تتكاثر فيها الأسماك والقشريات، وهذا الاضطراب في النظام البيئي هو ما تريد جمعية "سكّان تلال الرمال في تريغور" تجنّبه مهما كان الثمن. تضمّ هذه الجمعيّة صيادي السمك وسكّانًا في خليج لانيون في بريتاني (راجع المربع أدناه). منذ العام ٢٠١١، يعارضون مشروع شركة الإبحار الأرموريكية لاستخراج ٨ ملايين متر مكعب من الرمل من الخليج، أي حجم يناهز حجم برج مونبارناس في باريس! فضلًا عن تدمير الحياة البحريّة الذي يخشاه صيادو الأسماك، توضح الجمعيّة أنّ استخراج هذا القدر من الرمال سيؤدّي إلى اختفاء التلال تحت البحر التي تشكل حاجزًا طبيعيًّا ضدّ الموج الصاخب. من دونها، ستقضم أمواج المحيط الشواطئ لا محالة. يقترح عالم الجيولوجيا اريك شوميون Éric Chaumillon الخبير في تأثير هذا المشروع في خليج لانيون قائلًا: "بدلًا من توقيف كلّ شيء، يمكننا أن نختبر في مدّة محدّدة أثر الاستخراج على مقياس صغير للغاية لقياس تحرّكات >الرواسب< التي يسبّبها وتأثيراته في الحياة الحيوانية، ويمكننا أن نبتكر -لاحقًا- نماذج تسمح بحساب تلك التأثيرات على فترات أطول ومساحات أكبر بكثير" في الوقت الحالي، لا يزال القرار بين يدي المكتب الإقليمي للبيئة.

WONG MAYE-E/AP/SIPA



الجواب: ليس في فرنسا، لأنّ استثمار الرمل يخضع لمراقبة مشدّدة للغاية، ولقوانين صارمة جدًّا، لكنّ تقريرًا صدر عن الأمم المتحدة في شهر مارس ٢٠١٤، حدّد أخطار الاستثمار المفرط في مناطق أخرى من العالم. في المغرب مثلًا، اختفت الشواطئ الواقعة بين أسفي والصويرة، إذ تحول رملها إلى إسمنت لبناء الفنادق التي



يثير مشروع استخراج الرمل في خليج لانيون قلق سكانه وصيادي أسماكه. في الواقع، تؤدي الجسيمات الدقيقة التي تطرحها قوارب التجريف إلى التأثير السلبي على الحياة الحيوانية بتعكير الماء وبتغطية مناطق تكاثر الأسماك والقشريات. خطر آخر: تدمير التلال الرملية التي تحمي الخليج.

ANTOINE LEVESQUE POUR SVJ

من التناقض أن ينزل فيها السياح الذين أتوا تحديدًا من أجل الشـواطئ، فيجدوا أنفسـهم في مشـهد قمري من الصخور! تحصل عمليّة السـرقة نفسـها في مكان آخـر مـن إفريقيـا، في سـيراليون مثلًا، وأيضًـا في مقاطعـة كـيرالا (الهند)، في كمبوديا، في إندونيسـيا أو حتى أيضًـا في جامايكا (البحر الكاريبي). على كلّ تلك السـواحل، أرجع استخراج الرمل المفرط الشـواطئ أمتـارًا عـدة، مهـددًا إياهـا بالاختفاء.

لكن الخطر هو أعظم ما يكون في آسـيا، حيـث نشـهد موجـة جنونيّة مـن البناء. فدولـة سـنغافـورة مثـلًا، وسّـعت مسـاحتها بـ ١٣٠ كيلومـتر مربـع باكتسـاب أراضٍ في البحـر بفضـل السـدود الرمليّة الضـخمة التـي غطّتهـا منشـآت اسـمنتية. خلال السـنوات العشرين الأخيرة، استوردت سـنغافورة أكـثر مـن ٥٠٠ مليـون طـن مـن الرمـل تم اسـتخراج قسـم كبـير منه مـن الأرخبيل الإندونيسـي بوسـاطة قـوارب >تجريـف<. اختفت أربع وعشـرون جزيرة إندونيسية صغيرة كليًـا منـذ العـام ٢٠٠٥! وإليكـم مثـالًا آخر في الصـين، حيـث يتم الاسـتخراج الفوضـوي في البحيرات والأنهار، وهكذا أصبحت بحيرة بويانغ -وهي أكبر خزان للمـاء العـذب في البلاد- موقعًا ضـخمًا لاسـتخراج الرمـل. النتيجـة: تغـيّرت جغرافيـا المكان وأصـبحت مياه البحيرة تصـبّ بكميّـات كبيرة في نهر يانغتسـي، وإثر ذلك تجف في بعض الفترات مناطق من البحيرة كليًا.

> استوردت سنغافورة ملايين الأطنان من الرمال معظمها من إندونيسيا من أجل بناء ناطحات سحابها الكثيرة وامتدادها في البحر.

STRINGER INDONESIA/REUTERS

> بفعل استغلالها بشكل مكثف لاستخراج الرمال منها، اختفت بعض جزر إندونيسيا الصغيرة ببساطة!

إضاءة

الرواسب
ترسّبات حطام صخور ناتجة عن تآكل الأرض بفعل الريح والماء والجليد.

تجريف
هو عمليّة تقوم على كشط قاع البحر أو ممر مائي لاستخراج الرمال أو الوحل.

٥ ما الحلول؟

الجـواب: ثمّـة وسـائل عـدّة لخفض اسـتهلاكنا مـن الرمـل. بدءًا مـن إعادة تدويـر الخرسـانة المفتتة لتعـود وتتحوّل إلى ركام وتتخلّص من شـوائبها. يفسّـر كريسـتوف جـوزون Christophe Jozon، رئيس هيئـة إعـادة التدويـر في الاتحاد الوطنـي لمنتجـي الـركام UNPG قائـلًا: "نسـتعمل منذ وقت طويل هذا الإسمنت المعـاد تدويـره في صـنع البـلاط وبعض جدران المباني". هذا الحلّ ليس هامشـيًا على الإطـلاق، لأنّ كميّة الـركام الناتجة عن إعادة تدوير الإسمنت تتجاوز اليوم في فرنسـا كميّة الرمل الناتج عن الاستخراج من تحت الماء: ١٠٪ من الإنتاج مقابل ٢٪. يشـجّع تقرير الأمم المتحدة حول استثمار الرمـل المفرط أيضًـا اسـتعمال بدائل في صـناعة الإسـمنت، مثـل رمـاد المحرقة، إلى جانـب تطوير إعادة تدويـر الزجاج، الذي يشكّل الرمل المادة الأوليّة فيه أيضًا. حلّ آخر: اسـتعمال مواد بديلة للبناء مثل الخشـب، والقش وما شابه بقدر الإمكان، ولكـن لتصـبح تلـك المنتجات التـي أعيد تدويرهـا أو المنتجـات البديلـة أساسـيّة، ينبغي أن تكـون أقلّ ثمنًا من الرمل، وهذا تحـدٍّ مهـم، لأنّ الرمل لا يكلّف شـيئًا، إلّا ثمن استخراجه. في فرنسا، يبلغ ثمن طن الرمـل الخارج من المقلع أقل من ١٠ يورو! (ما يعادل ٥٠ ريال سعودي) الحلّ الوحيد إذن لتنافسه المواد البديلة: فرض ضرائب على اسـتخراج الرمل. هذا ما ينصـح به تقرير الأمم المتحدة. لا يبقى سـوى إقناع الحكومات. ■

للاستزادة

الرمل، تحقيق عن اختفاء، وثائقي مثير لـ دنيز دوليستراك، فيلم وثائقي مصوّر متوفّر على الطلب (ابتداء من ٢,٩٩ يورو، ما يعادل ١٥ ريال سعودي) على موقع أرتي. الرابط المباشر على svjlesite.fr

---

(1) LA RUÉE VERS LE SABLE, Science & Vie Junior 299, P 22-25
(2) Emmanuel Deslouis

أول برج يبلغ ارتفاعه كيلومترًا واحدًا

سينطح السحاب بلا أدنى شك[1]

انطلقت الأعمال في ورشة برج المملكة. ولكن كم من تحديات تواجه طموح السمو إلى ألف متر! جولة موجهة.

بقلم: موريال فالان[2]

بقمته المستدقة والطويلة والنحيلة وهيئته غير المتماثلة، لن يبقى برج المملكة طويلًا رسمًا على الورق. فمنذ الـ٢٧ من أبريل، بسق ذلك البرج من الأرض على طول البحر الأحمر، في المملكة العربية السعودية. وسيكون ابتداءً من العام ٢٠١٩، ستعانق السحاب فوق جدة.

برج آخر في قائمة ناطحات السحاب؟ أجل، لكن هذا البرج صُمم ليتجاوز كيلومترًا من الارتفاع، ذاك الحد الذي يحبس الأنفاس – وليس من المعروف بعد تحديدًا ارتفاعه النهائي.

لهذا الارتفاع أكثر من مجرد دلالة رمزية: فالتحديات التقنية ستكون هي أيضًا هائلة بقدر هذا الارتفاع. كيف سيقاوم قوة الرياح؟ وكيف ستكون أسسه؟ أي المواد ستستعمل لبنائه؟ كم من الوقت ستستغرق المصاعد لبلوغ الطابق الأخير؟ وماذا عن العزل؟ (اقرأ الصفحات التالية).

يقول أحد المهندسين، هو بيتر وايزمنتل Peter Weismantle: "انطلق مشروعنا من مسابقة بدأت في العام ٢٠٠٩ نظمتها شركة جدة الاقتصادية، ودعت إلى رسم برج يرتفع كيلومترًا على أن يكون المخطط قابلًا للتنفيذ من الناحية التقنية ويتميز بالفعالية من ناحية البناء".

يدير مكتب هذا المهندس، أدريان سميث وغوردون هيل Adrian Smith & Gordon Gill، مصمم برج خليفة، البرج الأعلى في العالم حاليًا (٨٢٨ مترًا)، والذي قرر فريق بنائه نسخ الشكل والإطار على شكل Y. يؤكد جيروم كيفرو Jérôme Quiévreux، من شركة إس ار إيه SRA للمهندسين، مصممو الأبراج في فرنسا قائلًا: "هذا الشكل ثلاثي القوائم هو الأفضل للوصول إلى ارتفاع من هذا النوع من دون الحاجة إلى قاعدة عريضة للغاية. بالإضافة إلى ذلك، يسمح هذا التصميم بوضع نواة صلبة في المركز تضمن استقرارًا تامًا".

يشرح بيتر وايزمنتل قائلًا: "لم نختبر موادًا جديدة ولا مبدأ بناء جديد في هذا المشروع، نظرًا لمداه. اخترنا تقنيات هندسية تم اختبارها مسبقًا على مبان صغيرة، ندفعها إلى أقصى حدودها".

وقد طرأت مفاجأة سارّة أيضًا. يكمل وايزمنتل قائلًا: "كنا نتصور أن الرياح ستشتد مع الارتفاع. لكن أظهرت عمليات المحاكاة التي أجريناها والعمل على مجسم، أنه ابتداء من ارتفاع معين، تتراجع وتيرة هذه الزيادة". الأمر الذي سمح بتخفيف بعض النقاط في المبنى.

كادت الطلية الاسمنتية التي تغطي أعمدة الأساس تكتمل، وبذلك يمكن البدء بالتشييد العظيم. بدأ التحدي للتو.

JEDDAH ECONOMIC COMPANY / ADRIAN SMITH + GORDON GILL ARCHITECTURE - DESIGN ARCHITECTS OF THE PROJECT

في السياق نفسه

منذ العام ١٨٩٤ ومنذ الـ١٠٠ متر التي ميزت مبنى مانهاتن لايف إنشورينس، تسعى ناطحات السحاب إلى العلو مزيدًا. في العام ١٩٣١، لامس مبنى إمباير ستايت الـ٤٠٠ متر، التي تخطاها مركز التجارة العالمي في العام ١٩٧٣. وفي العام ٢٠٠٩، بلغ ارتفاع برج خليفة ٨٢٨ مترًا في العام ٢٠١٢، حطم مشروع صيني، سكاي سيتي وان، هذا الرقم القياسي. لكن برج المملكة سيسلبه هذا الشرف.



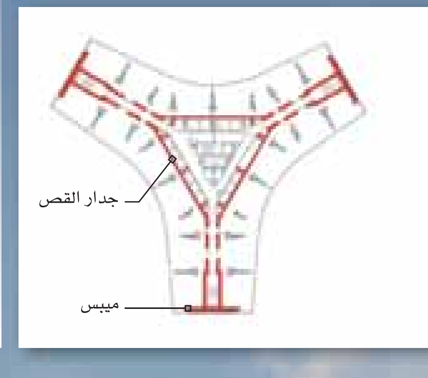
٧ في جدة،
المبنى الأعلى في العالم
برج المملكة أعلى بثلاث مرات من برج إيفل، وسيتجاوز ارتفاعه ارتفاع أعلى المباني الحالية في العالم بكثير.
أكثر من ١ كلم
٨٢٨ متر
٥٠٨ متر
٤٩٢ متر
٣٢٤ متر
برج المملكة (جدة)
برج خليفة (دبي)
برج تايبي (تايبي)
مركز المالية العالمي (شنغهاي)
برج إيفل (باريس)



كيلومتر من التحديات

ورشة كلفتها ١,٢ مليار دولار، جندت حتى الآن ١٠٠ عامل خلال ستة أشهر لبناء الأسس ومن المتوقع أن تنتهي في غضون خمس سنوات، كحد أقل... في جدة، يتم بناء برج سيكون ارتفاعه غير مسبوق، وسيجهز بنقطة مراقبة الأعلى في العالم، على ارتفاع ٦٥٠ مترًا – في الأعلى، سيكون البرج بمثابة سهم للزينة تضم المكاتب التقنية. بنيت معظم الغرف مسبقًا وسيتم جمعها في الموقع بواسطة رافعات تلسكوبية. حتى الآن، تم التعرف إلى ٥ تحديات... ينبغي تجاوزها.

تحدي مقاومة الرياح



شيد البرج وفقًا لشكل دينامي هوائي طويل Y ونحيل لضمان صلابته من دون إعطائه قاعدة مفرطة العرض (٤ آلاف متر مربع). تتألف نواته من ٣ جدران قص سميكة، على طرفها ٣ ميبسات، تمتد على طول البناء وتحد من تأثير الألتواء. رغمًا عن كل شيء، يتوقع المهندس أنه في حال هبوب رياح عاتية، ستتحرك قمة البرج مسافة مترين ومن محوره فيما تتأرجح المنطقة الأعلى التي يصل إليها السكان مسافة ١,٢ متر.

تحدي المواد

آثر مدير المشروع الامتناع عن الابتكار فيما يخص مواد البناء. فقد فرض استعمال الفولاذ والخرسانة الكلاسيكية قدر الإمكان، نظرًا لكونها مثبتة الفعالية، أرخص ثمنًا وأسهل استعمالاً. ومن هذا المنطلق بدأ تطوير تصور هيكل المبنى، مع مراعاة مدى صعوبة صب الخرسانة تحت الضغط عند هذه الارتفاعات الشاهقة. عمليًا يتطلب بناء هذا البرج ٥٠٠ ألف م² من الخرسانة و٨٠ ألف طن من الفولاذ.

تحدي تحدي المصاعد



لخدمة ٥٣٠ شقة، و٢٠٠ غرفة فندق ومواقف السيارات، سيصعد ٥٧ مصعدًا وينزل الأمتار الـ ٦٥٠ من المناطق المسكونة (حتى المرقب البارز هنا إلى اليمين) بسرعة ١٠ م/بالثانية. وتم ابتكار نوع جديد من الكابلات مؤلف من نواة مصنوعة من ألياف الكربون. وستعمل صمامات تفتح على الحجرات بتلطيف انخفاض الضغط خلال مراحل الصعود والنزول. في النهاية، ستجهز آليات المصاعد بفتحات لتعديل الحرارة على طول الطوابق.

تحدي الطاقة

لتجنب استهلاك مبنى مرتفع إلى هذا الحد قدرًا مفرطًا من الطاقة -وبخاصة فيما يتعلق بالتبريد- صمم شكل المبنى بحيث يضبط درجة حرارته ذاتيًا من خلال التحكم في الظل، وقد نمذج مسار الشمس حول المبنى، ثم رسمت شقوق على الواجهة لتلقي بظلالها على الجدران المجاورة في مختلف ساعات النهار. ستكون الجدران الخارجية منعزلة بواسطة زجاج انعكاسيته ضعيفة.

تحدي الأسس

لتحديد العمق اللازم لإرساء المبنى ثابتًا، أجريت دراسة جيولوجية دقيقة على باطن أرض جدة. التحدي هائل فباطن أرض جدة مكون من حجر جيري مرجاني متصدع، ورمل وحصى، وقد تم الكشف عن طبقات باطنية ذات درجات مختلفة من العمق. من ثم شُيد ٢٧٠ عمودًا من خرسانة خاصة ذات مقاومة تصل إلى ضغط ٧٦ ميجا باسكال ليقوم عليه المبنى، علمًا بأن طول الأعمدة يبلغ من ٥٠ إلى ١١٠ أمتار لقطر يبلغ أقصاه ١,٥م. يغطي هذا المجموع أرضية من الإسمنت والفولاذ يبلغ سمكها ٥ أمتار.



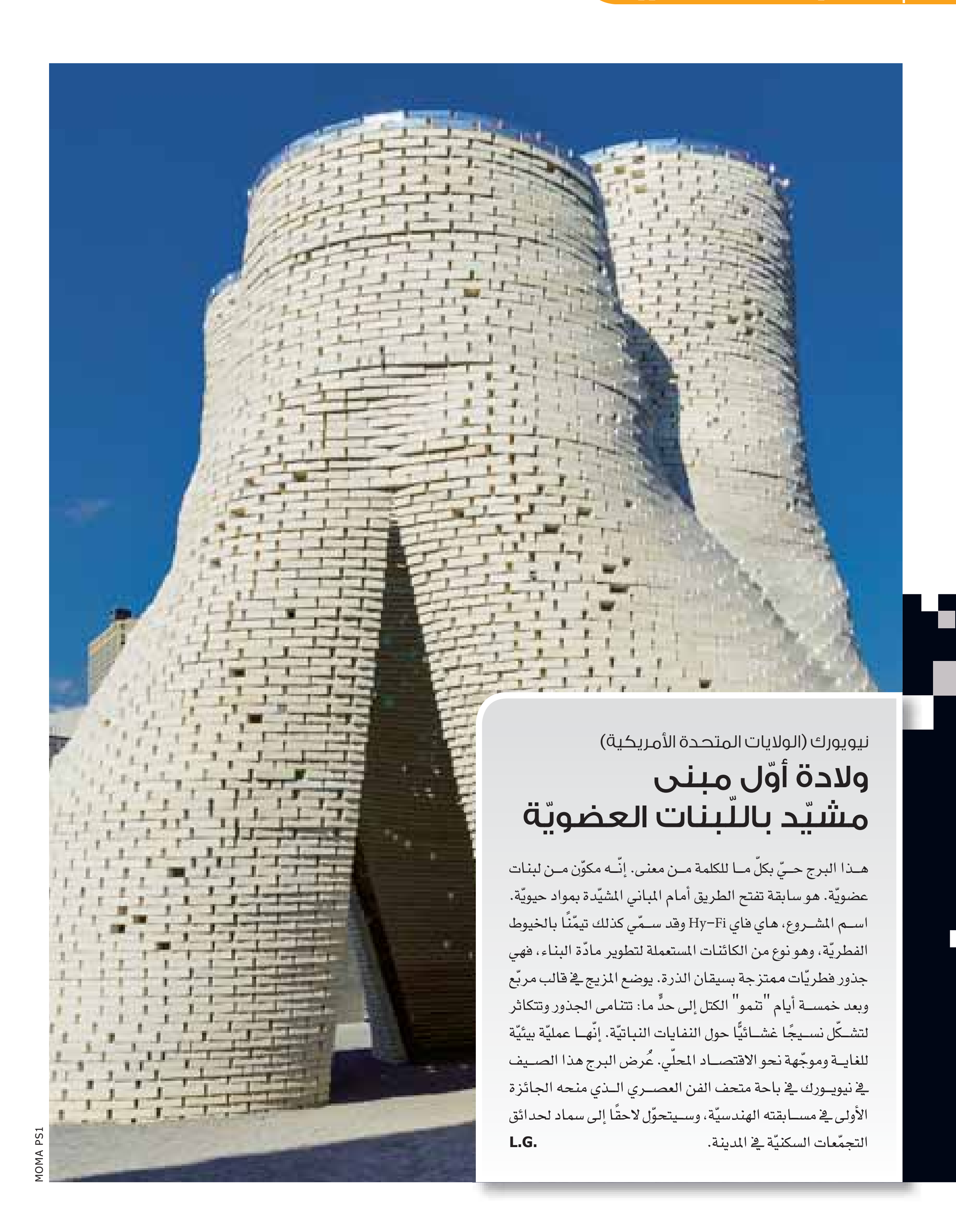
للاستزادة *

للمشاهدة: صور للبرج من كل زواياه وملف كامل عن تصميمه، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

(1) LA PREMIÈRE TOUR À FAIRE 1 KM DE HAUT: LE GRATTE-CIEL POUR DE VRAI, Science & Vie 1163, P 84-87

(2) Muriel Valin



نيويورك (الولايات المتحدة الأمريكية)

ولادة أوّل مبنى مشيّد باللّبنات العضويّة

هـذا البرج حـيّ بكلّ مـا للكلمة مـن معنى. إنّـه مكوّن مـن لبنات عضويّة. هو سابقة تفتح الطريق أمام المباني المشيّدة بمواد حيويّة. اسـم المشـروع، هاي فاي Hy-Fi وقد سـمّي كذلك تيمّنًا بالخيوط الفطريّة، وهو نوع من الكائنات المستعملة لتطوير مادّة البناء، فهي جذور فطريّات ممتزجة بسيقان الذرة. يوضع المزيج في قالب مربّع وبعد خمسـة أيام "تنمو" الكتل إلى حدٍّ ما: تتنامى الجذور وتتكاثر لتشـكّل نسـيجًا غشـائيًّا حول النفايات النباتيّة. إنّهـا عمليّة بيئيّة للغايـة وموجّهة نحو الاقتصـاد المحلّي. عُرض البرج هذا الصـيف في نيويـورك في باحة متحف الفن العصـري الـذي منحه الجائزة الأولى في مسـابقته الهندسيّة، وسـيتحوّل لاحقًا إلى سماد لحدائق التجمّعات السكنيّة في المدينة. **L.G.**





استمع واستمتع أينما كنت
بالبث الصوتي في مجالات
علمية متنوعة

تابع حديث العلوم على الرابط:
http://soundcloud.com/kacst



ألعاب رياضيّة لغريبي الأطوار[١]

عندما تتفوّق المتعة على المشاركة، في الألعاب الرياضية الغريبة

بقلم: دافيد-جوليان راهميل[٢] تصوير: سول نيلمان[٣]



إلى الأمام يا نعامتي

النعامة ضخمة على الرغم من نحافتها: يصل طولها إلى مترين ونصف المتر، ووزنها إلى ١٥٠ كجم، وفي حال كان راكبها خفيف الوزن، ربّما تصل سرعتها إلى ٤٠ كم في الساعة. ليس غريبًا أن يُعدّ هذا الطائر العجيب من نجوم سباق الجمال في مدينة فيرجينيا، في ولاية نيفادا (الولايات المتحدة الأمريكية)، إنّه حدث سنويّ تتسابق فيه أنواع الحيوانات كلّها باستثناء الخيول. لا يتطلب ركوب النعامة أيّ تجهيز أو تقنية: يكفي أن يتمسّك السائس بالريش آملًا ألّا يسقط أرضًا برأسه مغروزًا في الرمل مثل النعامة.



عندما تتحوّل كرة القدم إلى لعبة تأرجح...

في فقاعتي

هل تخلو كرة القدم من المفاجآت في رأيكم؟ جرّبوا كرة القدم داخل الفقاعة! يبقى هدف اللّعبة تسجيل أهداف، ولكن انسوا الهجوم ومناورات الهروب، وتمرير الكرة بين الساقين وغيرها من الخدع التقنية. بما أنّ كلّ لاعب محتجز في فقاعة كبيرة منفوخة تمكّنه من التدحرج بأمان في كلّ الجهات، يتحوّل الملعب سريعًا إلى لعبة تأرجح عملاقة نتصادم فيها في جوّ تنافسي، فمن ستهمه الكرة بعد ذلك؟



حذار من انهمار الكرات

عندما يصفّر الحكم، يندفع الفريقان نحو الذخيرة التي تنتظرهما وسط الملعب. خلال بضع ثوانٍ، ستنهمر الكرات في هذا الجمنازيوم في نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية... كلا، ليس حلمًا، إنها فعلاً مباراة كرة خادعة عملاقة!

في مايو ٢٠١٠، جمعت المباراة ٧١٦ لاعبًا، استمتعوا برمي ٦٠٠ كرة. في البداية، كان يكفي رمي كرة على الكومة لإصابة أحد اللاعبين في الفريق المنافس، ثم أصبحت المباراة تكتيكيّة الطابع، إلى أن نجح الفريق الأزرق في إرسال اللاعب الأصفر الأخير إلى السجن. بل ما يثير الضحك أكثر هو أنّ ذلك التصادم العملاق هو أشبه بعراك في ملعب مدرسي، مقارنة بالرقم القياسي الذي سجلته جامعة كاليفورنيا في العام ٢٠١٢ مع ٦٠٨٤ مشاركًا!



التزحلق بمرحاض متنقل...

٣، ٢، ١... ادفعوا!

ألا تعرفون مدينة كونكونولي، في ولاية واشنطن الأمريكية؟

فهي تشتهر بحدث رياضي جدير بنهائيات بطولة كرة القدم: "سباق الزوايا الصغيرة". ينصّ نظام المشاركة فيها على أن تشبه مركبتكم كوخًا صغيرًا وتكون مجهزة بمزلاجين، ومقعد يشبه المرحاض، ولفّة ورق حمام، وينبغي أن يقوم دافعان (يقصد بذلك الأشخاص الذين يدفعون "الحجيرات"، وليس الجالسين فيها) بإزلاق الكوخ بأسرع ما يمكن فيما يعتلي متواطئ "العرش" ويستمتع بالمنظر. من الغريب أنّ أحدًا لم ير حاجة لأن يجهز زاويته الصغيرة بباب!


6



رياضة مخصّصة للمتباهين!

مواجهة رأسية

هي مصارعة سومو، نسخة الأسكيمو. في هذا الشكل من العراك التقليدي الذي تقوم به شعوب القطب الشمالي الأمريكي، تربط عصابة مطاطيّة رأسي المتبارين. في البداية، يرتكزان على ذراعيهما ويشدّان بكل ما أوتيا من قوة. الهدف هو أن يجذب أحدهما منافسه نحو منطقته، ولكن غالبًا ما ينتهي الشوط عندما يحني أحد المنافسين رأسه بعد أن تصاب رقبته بالضيق ويفلت المطاط.



ليمتنع الذوّاقة عن المشاركة

منذ العام ١٩١٦، تجذب هذه المنافسة في نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية أصحاب المعِدات الأكثر قابلية للتمدد على وجه الأرض. أمام المشاركين عشر دقائق لالتهام أكبر عدد من شطائر السجق الساخن والمشروبات الغازية. لكلّ واحد طريقته في الأكل بشراهة: بعضهم يبتلع النقانق والخبز على حدة، وغيرهم يعجن المزيج ويحوله إلى معجون لا شكل له ويلتهمه بشراهة. يحمل جوي تشيستنات Joey Chestnut الرقم القياسي بـ ٦٩ قطعة نقانق ابتلعها. أي بمعدل قطعة نقانق كل ثماني ثوان! هنيئًا...

(1) SPORTS DE BARJOTS, Science & Vie Junior 299, P 6-13
(2) David-Julien Rahmil (3) Sol Neelman

مخاطرة ببضعة يوروات على حلم تقني[1]

يتزايد عدد متصفحي الانترنت الذين يتبرعون بالمال، عبر مواقع متخصصة، لتمويل اختراعات مستقبلية. وإليكم خمسة اختراعات من بين الأكثر إثارة.

بقلم: دافيد-جوليان راميل[2]

ما هو القاسم المشترك بين خوذة الحقيقة الافتراضية أوكولوس ريفت، وبين لعبة الفيديو ويستلاند ٢، وبين الهاتف النقال القابل للتركيب فونبلوكس أو بين فيلم فيرونيكا مارس؟ بخلاف المنتجات أو الأفلام التي تمولها مؤسسات كليًا، تحققت تلك المشاريع بفضل ملايين الدولارات التي تبرع بها متصفحو الانترنت من العالم أجمع. يحمل نظام التمويل الغريب الذي يركز على مشاركة عدد كبير من الأفراد اسم التمويل التشاركي أو <**التمويل الجماعي** <crowfunding. وإن كان يثير ولهًا كبيرًا على شبكة الانترنت، فهذا لأنه يعطي الانطباع إلى الجمهور بأنهم يشاركون مباشرة في ولادة المنتج.

ظهر جمع التبرعات للأعمال الخيرية في القرن الثامن عشر، وأصبح شائعًا للغاية مع وصول الانترنت. ببضع نقرات، يستعلم متصفحو الانترنت عن المشاريع فيدفعون بسهولة بواسطة وسائل دفع رقمية. بالتالي، تمكنت ويكيبيديا بفضل هبات مليون متتبع وفيّ من متابعة تطورها فيما بقيت موسوعة مجانية على شبكة الانترنت ومن دون دعايات. لكن الحدث الذي حدد انطلاقة التمويل الجماعي بقوة كان من دون شك الانتخابات الرئاسية الأمريكية.

في العام ٢٠٠٨، تمكن أوباما من الفوز في الانتخابات بفضل هبات متصفحي الانترنت

من أجل تمويل حملته، طلب باراك أوباما من متصفحي الانترنت الذين يساندونه تقديم هبة صغيرة. خلال بضعة أسابيع، جمع ١٥٠ مليون دولار (١١٠ مليون يورو)، مما أعطاه دفعة قوية ليفوز في الانتخابات. أثبت التمويل التشاركي أنه قادر على تحريك

إضاءة

التمويل الجماعي
هي لفظة منحوتة مؤلفة من الكلمة الإنجليزية crowd التي تعني حشد، وتمويل funding.

الأمـور، عندمـا سـاهـم بانتخـاب رئيس للبلاد.

أفكار مبتكرة أو غريبة

بعـد سنـة، ظهـرت مواقـع عـدة متخصصة مثـل كيكسترتـر، إنديبيغوغو أو الموقعـان الفرنسيان كيـس كيس بانك بانـك وأواولي. إن مبـدأ عملهـا بسيـط نسبيًـا. يمكـن لأي أحـد أن ينشـر فيها مشروعًـا من خـلال فيلم فيديـو ويطلب مـن متصفحـي الانترنـت تمويلـه. في المقابل، يحصل متصفحو الانترنت هؤلاء علـى مكافآت مختلفـة أو على المنتج بحد ذاته عندما ينزل إلى الأسواق.

من جهتها، تسحب المنصة التي تجمع الأموال نسبة صغيرة من المبلغ المقبوض. إن لم تصـل الهبات إلى المستوى المرغوب فيـه، وهذا يحصـل في ٤٠٪ من الحالات تقريبًـا، يسترد المانحون مالهم كأن شيئًا لم يكن.

←

LUCAS RACASSE POUR SVJ

طرقات شمسية

الطريق السريع الشمسي

يشكل مجموع الطرقات في فرنسا شريطًا طويـلًا مـن القـار يمتـد ٩٥٠ ألـف كلـم! تخيلـوا أن تتألـف كل تلـك المسارات مـن ألـواح شمسية ويغطيهـا غـلاف زجاجي غير زلق متين للغاية أعيد تدويره تسير عليه السيـارات. لم يكتف سكوت بروسـو Scott Brusaw وهـو مهنـدس أمريكي بتخيـل المشـروع: فقـد صنـع مئة من الألواح الشمسية المسدسة الشكل (راجع الصـورة) مجهـزة بصمـام ثنائي باعث للضـوء لإنـارة الطرقـات ومـن أسـلاك حراريـة تذيـب الثلـج. اقتنـع متصفحـو الانترنـت بأهميـة ذلك التصميم، ولم يـترددوا في تمويلـه فجمعـوا مـا يقـارب الـ ١,٥ مليون يورو. سيستعمل هـذا المبلـغ في توظيـف مهندسـين وإنهاء النمـوذج البدئي قبـل تقديمـه إلى إدارة الطـرق السريعـة الفدراليـة، المسؤولـة عـن الطـرق السريعـة. في تلـك الأثنـاء، سيتلقـى متصفحـو الانترنـت الأكـثر مساهمـة كمكافأة...أجـزاء مـن ألـواح شمسية!

SOLAR ROADWAYS

www.solarroadways.com



THOMAS PETER/REUTERS

بانونو
آلة التصوير الكروية

عادة، لالتقاط صورة، نمسك آلة التصوير بعيدًا عنا ونضغط على زر. مع آلة بانونو، يكفي أن نرميها في الهواء. عندما تصل إلى ارتفاعها الأقصى، تلتقط الآلة-الكرة ٣٦ صورة في كل الاتجاهات بفضل العدسات الموزعة على سطحها (على هذا النموذج البدئي، يحميها مطاط أخضر من الصدمات).

يجمع الـ بانونو بعد ذلك الصورة ليعيد تشكيل صورة من ٣٦٠ درجة. بفضل تطبيق يحمّل على لوحة أو هاتف ذكي، يمكننا إذًا أن نستكشف الصورة في كل تفاصيلها. جوناس بفيل Jonas Pfeil هو مبتكر هذا التصميم، إنه مهندس ألماني في الإلكترونيات حاصل على جوائز عدة لاختراعات أخرى. مما يفسر من دون شك شغف متصفحي الانترنت الذين راهنوا بأكثر من مليون يورو على مشروعه. من المتوقع أن توزع الآلات الأولى في غضون نهاية السنة للواهبين الأكثر كرمًا (الذين دفعوا أكثر من ٤٠٠ يورو). أما بالنسبة إلى الآخرين فعليهم انتظار تسويقها المرتقب...

www.panono.com

← أعيدوا تسديد المبلغ!

بفضل تلك الصيغة المصقولة جيدًا، جمع موقع كيكستارتر منذ ابتكاره أكثر من مليار دولار من قبل ٥,٧ مساهم. سمح ذلك المال بتمويل ١٣٥ ألف مشروع من فيلم وثائقي مستقل إلى البندقية المضادة للذباب التي تعمل على الملح، مرورًا ببذلة رواد الفضاء أو كتب للأطفال. إلا أن المشكلة تكمن في نجاح النظام الباهر مما يجعله أحيانًا يواجه بعض التفاهة، مثل مشروع بناء النجم الأسود هذا، الذي ظهر في نهاية المطاف أنه كذبة أبريل (هذا مؤسف بالنسبة إلى دارك فادور). فضلًا عن أنه كان من المفترض أن يساند ذلك التمويل الجماعي مبتكرين مستقلين ميزانيتهم قليلة، إلا أنه يستعمل الآن من قبل منتجي ألعاب الفيديو أو السينما المهمين.

الفائدة؟

الحد من الأخطار المالية في حال

إضاءة

الرخصة

عقد يمنح من خلاله مالك غرض أو علامة تجارية حق استعماله لشخص أو مؤسسة.

مشروع فالكون ميلينيوم بحجمه الكامل
فالكون ميلينيوم

منذ العام ٢٠٠٥، حقق كريس لي حلم طفولته: صناعة مجسم بالحجم الفعلي لـ فالكون ميلينيوم. يبلغ طول هذا المجسم ٣٥ مترًا ويبلغ ارتفاعه ٩ أمتار، ومن المتوقع أن يكون نسخة مطابقة للأصل لمركبة هان سولو الخيالية في حرب النجوم. قرر كريس ليحقق حلمه هذا أن



THE FULL SCALE MILLENNIUM FALCON PROJECT



قلم دودلر وليكس ثلاثي الأبعاد

الأقلام **ثلاثية** الأبعاد

المبدأ نفسه كمبدأ آلة الطباعة ثلاثية الأبعاد: عند وصله بالكهرباء، يذيب القلم ببطء خيطاً من النايلون الذي يبرد عند ملامسته الهواء ويتجمد محولاً الرسم إلى منحوتة. نتساءل كيف لم تخطر لك تلك الفكرة من قبل! هرع متصفحو الإنترنت للمساهمة في مشروعي قلم دودلر وليكس الثلاثي الأبعاد بشرائهم مسبقاً الأقلام بمئة دولار تقريباً لكل واحد منهما. النتيجة، جمع الفريق الأول ١,٧ مليون يورو، والثاني ٩٠٠ ألف يورو. هذا يثبت أن الأفكار الجيدة لا ثمن لها...

LIX PEN

the3doodler.com/
lixpen.com/

يستعمل عناصر الديكور المرئية نفسها المستعملة في الأفلام، خاصة قطع طائرات قديمة وقطعًا إلكترونية تعود إلى السبعينيات. لحسن حظه، يمكن أن يعتمد الأمريكي على القوة... وعلى جماعة محبي حرب النجوم الضخمة. بما أنه لا يحق له أن يستغل <الرخصة>، لا يحق لعبقرينا أن يجمع أموالاً على منصات التمويل الجماعي. لكنه، يبيع على موقعه الإلكتروني الخاص قمصانًا ويستعمل الأرباح ليدفع بمشروعه قدمًا. لكن الجزء الأكبر من المساعدة التي يتلقاها تأتي من معجبين يؤمنون له عناصر ديكور جمعوها من أسواق الأغراض المستعملة أو صنعوها بأنفسهم. بسهولة فائقة، ساهم كريس لي بتطوير مبدأ التمويل الجماعي على طريقة البناء الجماعي "البناء التشاركي".

fullscalefalcon.com

فشل الفيلم أو اللعبة. هذا ما تفعله استديوهات وارنر بروس بالطلب من محبي سلسلة فيرونيكا مارس تقديم المال لاقتباس الرواية إلى السينما. بعد أن وصلت الأموال الموهوبة إلى ٥,٧ مليون دولار، كنا نتصور أن كل المانحين سيحظون بدعوة لحضور الفيلم، لكن وحدهم القاطنين في الولايات المتحدة حصلوا على ذلك الامتياز. يشعر أحيانًا متصفحو الانترنت بالخيانة أيضًا عندما لا يتم الاستخفاف بعقلهم. هذا ما حصل مع الأوكولوس ريفت Oculus Rift، خوذة الانغماس في العالم الثلاثي الأبعاد. بعد أن ساند المانحون بقوة هذا المشروع، باع مبتكروه مؤسستهم... إلى فيسبوك! شعر المساهمون بالقرف وطالبوا بأن يعاد مالهم إليهم، مبررين أن الهدف من مالهم هو مساعدة المبرمجين على البقاء مستقلين وليس على بيع عملهم المبتكر (بمبلغ باهظ!) لشبكة تواصل اجتماعي عملاقة. لكن متصفحي الانترنت ينسون أن لا حقوق لهم على المشروع الساري حتى لو كانوا مانحين.

إن فشل المشروع، لا يُعاد المال دائمًا...

في الواقع، تقرر بعض الشركات بصراحة الاحتفاظ بالمال حتى في حال الفشل. بالتالي، أعلنت مارس وان الاحتفاظ بالأموال التي جمعتها لتأسيس مستعمرة على المريخ حتى لو لم يتحقق المشروع.

باختصار، قبل أن تمنحوا مالكم إلى موقع تمويل تشاركي، فكروا في قراءة تفاصيل العقد المكتوبة بحروف صغيرة.

(1) MISER QUELQUES EUROS SUR UN REVE TECHNO, Science & Vie Junior 299, P 76-79 (2) David-Julien Rahmil

مهن التقنية

وظائف جديدة... للعام ٢٠٣٠[١]

من المحتمل ألا يكونوا قد ابتكروا بعد المهنة التي ستمارسونها لاحقًا! إليكم سبع مهن، فكّر فيها اختصاصيو المستقبل لتلبية حاجات مجتمع الغد.

بقلم: فاليري دوفيلان[٢]

لو قُدر لكم أن تتكلموا مع أحد أولئك البسطاء الذين عاشوا في نهاية القرن العشرين، في سنة ١٩٩٨ أو ١٩٩٩، لن يعرف مطلقًا معنى عبارتي: "مدير موقع" أو "مدير مجموعة على شبكة الإنترنت". في الواقع، ظهرت هاتان المهنتان نتيجة تطوّر تقني: نقصد بذلك الإنترنت. العالم يتغيّر باستمرار، ويتحوّل المجتمع وتظهر مهن فيما تختفي مهن أخرى، وقد أمست بلا جدوى... تساءلت شركة CST الكندية، التي تعنى بإعطاء منح دراسية للطلاب، إن كان من الممكن أن نتخيل أنواع المهن الجديدة التي ستظهر في السنوات القادمة، ونوجه من ثمّ الطلاب نحو الدراسات المناسبة؟ لهذا الغرض، جمعت "علماء في المستقبل" وكلفتهم بدراسة التغييرات الحالية في العالم واستباق نتائجها من ناحية الوظائف.

مثلًا، نعرف أنّ سكان العالم يشيخون. في العام ٢٠٣٠، سيتجاوز عمر مليار نسمة على الأرض ٦٥ سنة، مقابل أقل من ٦٠٠ مليون اليوم. سنحتاج من ثمّ إلى عدد أكبر من الأشخاص للاعتناء بالمسنّين. يتغيّر المناخ، وتتضاءل موارد الأرض. وسيتطلّب التكيف مع هذا التضاؤل كثيرًا من العمل، وستولد تقنيات لا تزال اليوم بدائيّة وظائف جديدة أيضًا. إليكم نظرة عامّة على وظائف المستقبل تلك. فمن يدري، ربما تمارسونها في الخمس عشرة سنة المقبلة.

FABRICE WEISS POUR SVJ



قائد طائرة من دون طيار

في العام ٢٠١٤، أطلق مطعم روسي للبيتزا عمليّات تسليم البيتزا الأولى باستعمال طائرات من دون طيار. كما بدأت شركة أمازون أيضًا باختبار وسائل التسليم الطائرة. في الوقت الحالي، تؤخر استقلالية المركبات والسلامة الجويّة انتشارها، لكن هذه الآلات قد تحلّ في المستقبل القريب مكان دراجات التسليم النارية التي تجوب في شوارعنا! في العام ٢٠٣٠، ستسلم الطائرات من دون طيار كلّ أنواع السلع والمتاع، من البيتزا إلى الكتب، وستراقب أيضًا الحيّ لحمايته من اللصوص، وتذهب بحثًا عن متنزهين ضلّوا طريقهم في الجبال، وتحلّ مكان المراسلين في مناطق الحرب، وحتى لو خلت هذه الطائرات من قائدها، سنحتاج إلى العديد من القادة لتوجيهها من الأرض.

تحتاجون إلى:

- شهادة طيّار، لتولّي قيادة الطائرة، وإلى الاطّلاع أيضًا على نظريّات الطيران، وحركة الهواء وقوانين الطيران.
- معلومات في الميكانيكا، والإلكترونيّات والمعلوماتيّة لإعطاء تعليمات إلى الطائرات من دون طيار وإصلاحها.

مستشار في علم الروبوتات

يشيخ سكان العالم ويزداد عدد المسنين الذين يحتاجون إلى المساعدة اليوميّة أكثر فأكثر، لينهضوا، ويغتسلوا، ويرتدوا ملابسهم، ويتبضّعوا ويحضّروا الطعام. لحسن الحظ، الروبوتات في طريقها إلينا! تعتمد اليابان بشكل خاص على روبوتات خادمة لإنجاز هذه الأعمال المنزليّة. لكنّها تبقى منتجات باهظة الثمن، مثل السيارات إلى حدّ ما في الوقت الراهن. لذا سنحتاج إلى مستشاري شراء لاختيار أداء آلتنا وخياراتها وفق توقعاتنا (كناسة، تبضع، مرافقة الكلب في نزهة...) وميزانيتنا، وسيأتي مستشارون في علم الروبوتات إلى المنزل أيضًا لضبط الروبوتات وفق المتطلبات ومساعدة أصحابها على استعمالها بشكل أفضل.

تحتاجون إلى:

- شهادة في البيع والتسويق، لتحديد قيمة منتجاتكم وخدمة الزبائن بشكل أفضل.
- خصائص العامل الاجتماعي أو العائلي، لتدبير الإنسان الآلي الأكثر تكيفًا مع عادات عائلة ما وإعطاء النصائح لأصحاب الروبوتات حول علاقتهم بها.

مهن
الطبيعة والبيئة



مزارع المدينة

منذ العام ٢٠٠٧، يعيش ما يزيد قليلًا عن نصف سكان العالم في المدينة. في العام ٢٠٣٠، ستزداد نسبتهم إلى أكثر من ٦٠٪. ومن هنا هذه المعضلة: كيف نوصل الطعام الذي يُنتج في الأرياف إلى كل هؤلاء الأكلة في المدينة؟ في الواقع، سيصبح المزارعون غدًا من سكّان المدينة وتُنشأ المزارع في المدينة. لا مكان لها؟ بلى، يكفي أن نجمع الحرث والحيوانات التي نربّيها في طوابق بناء ما، مثل المكاتب أو الشقق. ولن ترعى الأبقار بالطبع في تلك المزارع الرأسيّة كما في مراعينا الخضراء، وعلينا أن نخترع طرقًا جديدة لتربيتها.

هذا ما سيضفي الحماس على مهنة مزارع المدينة: بين العودة إلى الأرض والتقنية العالية، يتعيّن عليه أن يبتكر وسائل جديدة كليًا، ولن يتعامل كثيرًا مع التربة كما في السابق وسيصرّف أمور منشأته باستعمال حاسوبه. بكبسة زر يسقي الطماطم، وبكبسة زر آخر ينقل الماعز لحلبه. باختصار، تصبح الزراعة مهنة محبّبة عصرية.

تحتاجون إلى:

- دراسة هندسة الزراعة والبساتين.
- معرفة المحاسبة وإدارة المؤسسات.
- إتقان التخطيط والتنفيذ لتوزيع منتجات المزرعة وبيعها.

مصمّم نفايات

باتت موارد الأرض الطبيعية تنفد، فيما تتراكم النفايات، وقد بدأنا نستعمل نفايات لصناعة منتجات أخرى، مثل الورق. إنّها إعادة التدوير، وليست جديدة عليكم، ولكن هل تعرفون: "إعادة التدوير للأفضل"؟ هي إعطاء حياة جديدة، قيمة معزّزة، لأغراض قديمة. هكذا تتحوّل عجلات مستعملة إلى آنية رائعة للزهور أو تتحوّل فراشي أسنان إلى أساور جميلة. لن يتوقّف هذا النوع من النشاط عن الانتشار، وسينتهي به الأمر صناعةً حقيقيةً بفضل أفكار مصمّمي النفايات. سيتدخّل هؤلاء المصمّمون في نهاية دورة حياة مُنتَج لاختراع مصير جديد للمواد التي تشكله. يمكنهم أيضًا أن يلعبوا دورًا في بداية سلسلة التصنيع بتصميم أغراض تنتج كميّات أقل من النفايات، أو يسهل تصنيف مكوّناتها وإعادة تدويرها.

تحتاجون إلى:

- دراسة علم المواد، والفيزياء والكيمياء.
- دراسة الهندسة الصناعيّة لاختراع عمليات تحول المواد المستعملة إلى مواد أولية.
- اكتساب معلومات حول قنوات البيع والتخزين للعمل أيضًا على تغليف المنتجات وتوزيعها.

JEAN-BAPTISTE ANDRIER POUR SVJ

CYRIL ROLANDO POUR SVJ

دليل في القطب الشمالي

في العام ٢٠٣٠، ستصبح المناطق القطبيّة الشماليّة مستهدفة سياحيًا مثل جزر الشمال الكندي، ويمكن الوصول إليها بالباخرة طوال السنة بسبب الاحتباس الحراري، في حين يسيطر عليها الجليد اليوم في معظم الأوقات. ستتمكّن البواخر السياحيّة من نقل السياح إليها. وسيؤمّن لهم دليل المغامرة القطبيّة الشماليّة تجربة مثيرة وقاسية في الهواء الطلق، ولكن في منتهى الأمان. سيقترح عليهم جولات في عربة الجليد الآليّة، أو نزهات منتعلين أحذية مزودة بمخالب التثبيت، أو صيد تحت الجليد. قد يفتتح القاطنون في الإسكيمو مطاعم ومتاجر لاستقبالهم أيضًا. ولكن هل سيبقى هناك بعض الدببة القطبيّة ليتمكنوا من تصويرها؟

تحتاجون إلى:

- تكلّم لغات عدّة للتواصل مع السيّاح القادمين من معظم أنحاء العالم.
- التمتع بصحّة جسديّة جيّدة وممارسة تسلق الجبال والتنزه على الكتل الجليديّة.
- خبرة في الإسعافات الأوليّة في حال وقوع حادث طارئ.
- دراية بكيفية تحديد المواقع باستعمال نظام تحديد المواقع GPS.


FABRICE WEISS

مهن

الفن والإعلام

توّاق إلى الماضي

ربما تسخرون من أجدادكم الذين يكدّون مع فأرة الحاسوب ويبعثون برسائل بوساطة البريد؟ تحلّوا بالتسامح! فقد تؤمّن لكم حساسيتهم تجاه التقنيات الجديدة وظيفة الغد. إذ يخفي التوّاق إلى الماضي كلّ ما هو عصري للغاية من بيئة الأشخاص المسنّين، ليشعروا بالراحة، ليجدوا أنفسهم في عالم غالبًا ما يصيبهم بإحباط شديد. سيعمل التوّاق إلى الماضي على تجهيز منزلهم أو غرفتهم في دار العجزة على شاكلة ذكريات صباهم في الستينيّات أو السبعينيّات الميلادية من القرن الماضي، في زمن لم يكن للحواسيب فيه وجود...

تحتاجون إلى:

- شهادة في علم النفس، لفهم ما يحتاج إليه المسنّ في بيئته أو ما يزعجه في أساليب الحياة الجديدة.
- اطلاع على تاريخ تطور التقنيات، لمعرفة ما إذا كانت أجهزة الهاتف في الثمانينيّات الميلادية من القرن الماضي متصلة عن طريق أسلاك أم لا، مثلًا!
- مهارات في الهندسة المعمارية الداخلية للمساكن، لتجهيز بيئة جميلة وعمليّة ومطمئنة.



رياضي بهيكل خارجي

أمر مذهل: الرجل الذي ركل الضربة الأولى في كأس العالم لكرة القدم في شهر يونيو ٢٠١٤ عاجز عن استعمال ساقيه. لكن هذا الشاب المشلول كان يرتدي هيكلًا خارجيًا، جهاز آلي نفذ الحركة مكانه.

من المتوقّع أن يكون المعوقون أو المتقدّمون في السنّ مع العسكريين أوائل المستفيدين من هذه الآلات، وأن تتضاعف إثر ذلك قوتهم ومقاومتهم، ولكن حالما تصبح تلك الآلات متقنة، قد نشهد على ولادة تطبيقات غير متوقعة، مثلاً، مشاهد للحركات البهلوانية... تخيلوا لاعبًا ذو بنية نحيفة يقذف زميله الذي يفوقه وزنًا بثلاث مرات إلى ارتفاع ١٠ أمتار يمسك به عند السقوط كأنه زهرة!

تحتاجون إلى:

- أن تكونوا رياضيين ماهرين (الهيكل الخارجي لا ينجز كلّ شيء).
- حبّ الرياضة وعالمها.
- معرفة إمكانيات جهازكم التقنية جيدًا.

(1) DE NOUVEAUX JOBS… POUR 2030, Science & Vie Junior 300, P 46-51
(2) Valérie Devillaine

أسئلة وأجوبة (1)

SSPL / LEEMAGE

من قال؟

"في الرياضيات، لا نفهم الأمور، بل نعتادها".

جون فون نيومان
John von Neumann
(١٩٠٣-١٩٥٧)،
اختصاصي في الرياضيات
مجري-أمريكي.



بتكوين روابط كيميائية. لا يهم إن كان الغراء على شكل عصا أو كان سائلاً، فهو يتألف من جزيئات تشبه سلاسل طويلة. كلما كانت لزجة، اخترقت كل فجوات المادة الصغيرة التي نضعها عليها أكثر (نجد تلك الفجوات حتى في الأوراق الملساء للغاية مثلاً). هذا يزيد من سطح الاتصال بين الغراء والأغراض ويعزز قوته اللاصقة. إن الذرات على طرف سلاسل طويلة يجذبها السطح الذي يحتاج إلى التلصيق كالمغناطيس، فتتشبث به بقوة. عندما يجف الغراء، تجمد الجزيئات الطويلة التي تشكله وتثبت التركيب. لكنها تبقى مع ذلك لينة بما يكفي لتحمل تشوهات، مثل ثني الأوراق الملصقة. هذا جواب مثير للاهتمام، أليس كذلك؟...

E.R.

LOCTITE-HENKEL

متى...
...تم اختراع الآلة الحاسبة؟

في أربعينيات القرن السابع عشر.

إنها نتيجة عمل عبقري من شاب أراد أن يفرح والده، إنه بليز باسكال Blaise Pascal، الذي أصبح لاحقًا عالمًا وفيلسوفًا مشهورًا، كان في السابعة عشرة من عمره عندما تخيل الآلة الحاسبة الأولى. عمل عليها طوال سنوات، وهو مصمم على مساعدة والده، الذي كان جابي ضرائب، على إنجاز حساباته. رغمًا عن صعوبات تقنية جمة، تمكن من إتقان جهاز ينجز عمليات جمع وطرح. دوّن أرقامًا من ٠ إلى ٩ على ٦ أسطوانات تدور بفضل تشبيك (راجع الصورة إلى اليمين).

عندما ينتقل دولاب الوحدات من ٩ إلى صفر، يدير مصدًا صغيرًا دولاب العشرات درجة واحدة. وإليك دواليك بالنسبة إلى المئات والآلاف، وما شابه. يُنقل ما حفظ من العمليات تلقائيًا بالتالي. في العام ١٦٤٥، قدم الشاب بليز باسكال إلى رئيس وزراء لويس الرابع عشر نموذجًا عن تلك الآلة، التي أسماها باسكالين. عرضت نماذج أخرى للبيع ابتداء من العام ١٧٤٩، بسعر ١٠٠ ليرة للوحدة: في تلك الفترة، كان ذلك يمثل سنة من أجر متوسط، مثل أجر حوذي مثلاً.

E.R.

لماذا تغرد الطيور؟

لتعلّم منطقتها وتجذب أنثى. لا، إنها لا تُغنّم للفوز بالموسم التالي من "ذو فويس"! كل سنة، في الربيع، تختار الذكور من الطيور منطقة تبني فيها عشها وتربي فيها صغارها. عندما تجد موطناً لها يكون فيه القوت في متناولها، تبدأ بالتغريد لإبلاغ الذكور الأخرى: "ممنوع دخول زاويتي الصغيرة من الجنة!" تتشاطر الطيور من النوع نفسه "نغمًا" مشتركًا، لكن كل طائر ينفرد بلحن خاص به ليبرز نفسه. فإن زقزقة قوية ومكررة هي علامة لياقة أولمبية. تثني الطيور البارعة بالغناء بالتالي الدخلاء عن الاقتراب وتغري الإناث. أما الطيور الفاشلة في الغناء فتواجه على العكس إمكانية الطرد بضربات المنقار وإستحالة عثورها على شريكة لها. الغناء كسلاح إغراء؟ أجل، من المنطقي إذًا أن يحرز الموسيقيون نجاحًا باهرًا في أمسياتكم. E.R.

الأرقام العشرة...
...حول النوتيلا

‹ ٩٠ مليون
وعاء يباع في فرنسا كل سنة.

‹ ٣٠٠ جرام
إنه وزن الدهون التي نكتسبها كل يوم إن تناولنا وعاء يزن ٤٠٠ جرام في اليوم.

‹ ٥٠ سنة
إنه عمر العلامة التجارية.

‹ ٢٠٪
إنها نسبة زيت النخيل في النوتيلا، في حال ارتفعت تلك النسبة، فهي تدفع إلى البدانة، والكولسترول وأمراض القلب والشرايين.

‹ ١٣٪
إنها نسبة البندق الذي يحتوي عليه.

‹ ٥ جرامات
إنها كمية المواد الدهنية في لفافة من النوتيلا، أي ثلاث مرات أكثر من لفافة زبدة (لأننا نضع فيها كمية أكبر!).

‹ ٣ ملاعق
في اليوم وليس أكثر، وإلا ستصبح النوتيلا مضرة للصحة.

‹ ١,٤
مرات دورة الأرض أي ٥٦ ألف كلم. إنها المساحة التي تغطيها كل الأوعية المنتجة خلال سنة، إن وضع الوعاء بجانب الوعاء الآخر.

‹ ٢
قطع من السكر في كل ملعقة شاي من النوتيلا.

‹ ١ ساعة
من الركض ضرورية للتخلص من ١٠٠ جرام من النوتيلا.

TONY CROCETTA / BIOSPHOTO

عشرة أسئلة لاختبار معلوماتكم

أتعرفون ماء الصنبور؟

١ منذ متى يستفيد الغالبية العظمى من الفرنسيين من ماء الصنبور في المنزل؟

أ) منذ تسعينيات القرن التاسع عشر.

ب) منذ أربعينيات القرن العشرين.

ج) منذ ثمانينيات القرن العشرين.

٢ في فرنسا، كم مرة في السنة تخضع مياه الشرب للاختبار؟

أ) ٤٥٠ ب) ٤٥٠٠ ج) ١٢٫٥ مليون

٣ من أين يستخرج الماء قبل أن يعالج؟

أ) من الطبقات تحت الأرض.

ب) من السيول، والأنهر والبحيرات.

ج) من مستوعبات جمع مياه الأمطار.

٤ بعد أن يصفى الماء، بم يعقم؟

أ) بالكلور أو بالأوزون.

ب) بالكلور أو الغول. ج) بالصابون.

٥ تصفى مياه الصنبور كثيرًا إلى حد أنها تصبح خالية من الأملاح المعدنية.

أ) صح. ب) خطأ.

٦ يبلغ ثمن ليتر من ماء الصنبور تقريبًا...

أ) ٠٫٠٠٣٥ يورو.

ب) ٠٫٣٥ يورو. ج) ٣٫٥ يورو.

٧ ماذا يحصل للمياه الملوثة؟

أ) تنظف ثم ترمى في الطبيعة.

ب) تنظف وتعاد إلى دورة مياه الشرب.

ج) يعاد رميها مباشرة في الطبيعة.

٨ كم تبلغ كمية الماء التي يهدرها صنبور ينقّط في يوم واحد؟

أ) ٣ لترات. ب) ٣٠ لترًا. ج) ١٠٠ لتر.

٩ كم من الوقت يمكن أن نحفظ الماء في غرافة؟

أ) ليس أكثر من ٢٤ ساعة.

ب) ليس أكثر من ٤٨ ساعة.

ج) ليس أكثر من أسبوع.

١٠ لماذا من الأفضل أن نطبخ بماء الصنبور البارد؟

أ) لا طعم طيب للماء الساخن.

ب) يحوي الماء الساخن جسيمات من البلاستيك.

ج) يعزز الماء الساخن نمو الجراثيم وانحلال المعادن التي تشكل الأنابيب.

الأجوبة: ١-ج/ ٢-ج/ ٣-أ وب/ ٤-أ/ ٥-ب/ ٦-أ/ ٧-أ/ ٨-ج/ ٩-أ/ ١٠-ج

SOURCES : CENTRE D'INFORMATION SUR L'EAU, ONEMA

RDA / RUE DES ARCHIVES

لماذا يتحول صوتنا إلى حاد بعد أن نتنشق الهليوم؟

لأن الموجات الصوتية تنتشر بسرعة أكبر في الهليوم من الهواء.

في الواقع، تنتج تموجات الحبال الصوتية الرنة التي في صوتنا، وتنتشر تلك التموجات في الهواء على شكل موجة (شبيهة بالدوائر التي تتشكل على سطح الماء عندما نرمي حجرًا). عندما نستنشق الهليوم من بالون، يضاعف هذا الغاز الأخف من الهواء سرعة الموجة في الحنجرة، والفم والأنف بثلاث مرات، مما يزيد من تواترها، أي من عدد التموجات في الثانية. لكن كلما ارتفع تواتر نغمة، كانت حادة أكثر. من هنا نحصل على صوت البطة الغريب هذا... انتبهوا، لكن هذه العملية لا تخلو من الخطر: نواجه خطر الاختناق في حال حل الهليوم وقتًا طويلًا مكان الأكسجين في الرئتين. لذلك، استمتعوا بدور بطوط باعتدال! **E.R.**

SHUTTERSTOCK

ما الفرق بين...

...النظارة الكاسرة للأشعة وبين تلسكوب؟

العدسة الشيئية أي الجزء الذي يستقبل الأشعة المضيئة لكوكب ما ويجمعها في نقطة فريدة من نوعها، من أجل خلق صورة مصغرة للغاية، لكن دقيقة (تكبرها لاحقاً عدسة العينية التي يلصق عليها المراقب عينه). عدسة النظارة الشيئية (في الأسفل) هي عدسة زجاجية، أما عدسة التلسكوب (أعلاه) فهي مرآة مقعّرة شبيهة بسطح الملعقة الداخلي. بما أن صناعة المرايا الكبيرة وتركيبها أسهل من العدسات الكبيرة، فإن قطر التلسكوب (معادل الثمن) أكبر من قطر نظارة: يلتقط كمية أكبر من الضوء ويقدم بالتالي صورة أفضل... إن عرفنا كيف نضبطه! **E.R.**

CELESTRON



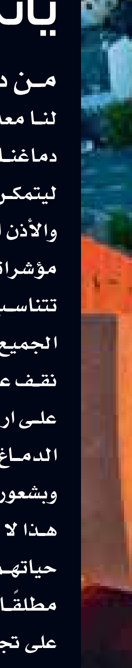


إن حصلتم على أقل من ٥ علامات، ننصحكم باللعبة التربوية **«سادة الماء»** على الموقع الإلكتروني: eau.paris

٨ في فيلم "لا موتارد مومونت أو ني" لا شيء يضاهي حمامًا مريحًا لتهدئة بيار ريشارد.

من أين يأتي الدوار؟

من دماغنا. إنه المحتال الصغير الذي يلوي لنا معدتنا عندما نقترب من الفراغ. ينبغي على دماغنا أن يبقى على اطلاع على حركاتنا وموقعنا ليتمكن من إبقائنا في حالة من التوازن. العينان، والأذن الداخلية أيضًا، والعضلات والمفاصل هي مؤشراته. كل شيء على ما يرام طالما المعلومات تتناسب. لكن على حافة هاوية، يسيطر الجزع على الجميع! بالنسبة إلى الأذنين، والعضلات والمفاصل، نقف على اليابسة لكن بالنسبة إلى العينين نحن على ارتفاع ٢٠٠ متر عن الأرض. لم يعد يعرف الدماغ بمن عليه أن يعتمد: هذا ما يتسبب بالدوار وبشعور الانجذاب نحو الأسفل. العلاج؟ العادة! لكن هذا لا يجدي نفعًا دائمًا. قد يتمرن بعضهم طوال حياتهم من دون جدوى، وغيرهم قد لا يشعرون مطلقًا بالدوار. يعتمد هذا كله على قدرة الدماغ على تجاهل بعض المعلومات التي يتلقاها. **E.R.**



CATERS NEWS AGENCY / SIPA

(1) QUESTIONS & RÉPONSES, Science & Vie Junior 300, P 52-55

في العدد القادم

تبّاع الشمس ينشّط مردود الطاقة الشمسية





مجلة العلوم والتقنية للفتيان على الموقع الإلكتروني

http://publications.kacst.edu.sa



مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية   الرقم: ٣٤٠١١٣   رقم الوثيقة : 05P0031-BKT-0001-AR01